ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE.

TOME DIX-HUITIÈME.

1890-1891.

BERLIN
FRIEDLÄNDER & Fils
LIBRAIRES
Carlstrasse, 11.

PARIS
P. KLINCKSIECK
LIBRAIRE
Rue des Écoles.

IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
Rue St-Adalbert, 8, à Liége.

1890-1891

550.6493

SOCIÉTÉ

GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE.

TOME DIX-HUITIÈME.

1890-1891.

LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
Rue St-Adalbert, 8

1890-1891

LISTE DES MEMBRES

MEMBRES EFFECTIFS [1].

1 MM. Andrimont (Julien d'), ingénieur, administrateur du charbonnage du Hasard, sénateur, bourgmestre de la ville de Liége, 110, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

2 Ancion (Alfred), ingénieur, membre de la Chambre des représentants, 22, boulevard Piercot, à Liége.

3 Ballion-Versavel (Jean), membre de la Société malacologique de Belgique, 8-9, place de la Calandre, à Gand.

4 Baré de Comogne (Emile, baron de), propriétaire, 117, rue St.-Laurent, à Liége.

5 Battaille (Albert), ingénieur, 61, rue du Président, à Bruxelles

6 Bayet (Louis), ingénieur, à Walcourt.

7 Bia (Gustave), ingénieur-régisseur de la Société des Houillères-Unies, à Gilly.

8 Blanchart (Camille), ingénieur, à Auderghem.

9 Blanckart (Charles, baron de), docteur en sciences naturelles, docteur en droit, au château de Lexhy, par Fexhe-le-haut-Clocher.

10 Blondiaux (Auguste), ingénieur, à Morialmé.

11 Boissière (Albert), ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, 124, boulevard Magenta, à Paris.

[1] L'astérisque (*) indique les membres à vie.

12 MM. Bougnet (Eustache), ingénieur en chef, directeur honoraire des mines, à Jemeppe.

13 Boulanger (Eugène), ingénieur, place du Marché, à Châtelet.

14 Bourg (Victor), directeur des charbonnages du Bois-du-Luc, à Bois-du-Luc, par Houdeng-Goegnies.

15 Boveroulle (Étienne), ingénieur des charbonnages de Mariemont et Bascoup, à Bascoup.

16 Braconier (Frédéric), sénateur et industriel, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

17 Braconier (Ivan), propriétaire, au château de Modave.

18 Breithof (Nicolas), ingénieur, professeur à l'Université, 54, rue du Canal, à Louvain.

19 Briart (Alphonse), ingénieur en chef des charbonnages de Mariemont et Bascoup, membre de l'Académie, à Morlanwelz.

20 Brixhe (Emile), directeur-gérant de la Société métallurgique Austro-Belge, à Corphalie, par Huy.

21 Bruggen (Louis van der), membre de diverses sociétés savantes, 109, rue Belliard, à Bruxelles.

22 Bustin (Oscar), ingénieur, 25, rue de Bériot, à Louvain.

23 Buttgenbach (J.), ingénieur, rue de la Paix, à Liége.

24 Cartuyvels (Jules), ingénieur, directeur de l'administration de l'agriculture, 40, rue Breydel, à Bruxelles.

25 Cesàro (Giuseppe), professeur, 5, rue Duvivier, à Liége.

26 Chaudron (Joseph), ingénieur en chef honoraire des mines, à Auderghem.

27 MM. Clerfayt (Adolphe), ingénieur, maître de carrière, à Esneux.

28 Cogels (Paul), propriétaire au château de Boeckenberg, à Deurne, par Anvers.

29 Collon (Auguste), étudiant, 8, rue Berholet, à Liége.

30 Cornet (Jules), docteur en sciences naturelles, préparateur à l'Université, 40, chaussée de Bruxelles, à Ledeberg-lez-Gand.

31 Crépin (François), membre de l'Académie, directeur du jardin botanique, 31, rue de l'Association, à Bruxelles.

32 Crismer (Léon), pharmacien, 46, rue Pont-d'Ile, à Liége.

33 Crocq (Jean), docteur en médecine, professeur à l'Université, sénateur, 110, rue Royale, à Bruxelles.

34 Daimeries (Anthime), ingénieur, 20, avenue des Arts, à Bruxelles.

35 Damseaux (Albert de), docteur en médecine, inspecteur des eaux minérales, à Spa.

36 Davreux (Paul), ingénieur, inspecteur de l'enseignement professionnel, 14, rue Lefrancq, à Schaerbeek.

37 Deby (Julien), ingénieur, 31, Belsize avenue, Hampstead, W., Londres.

38 Decamps (Louis), docteur en sciences naturelles, 41, rue Sommeleville, à Verviers.

39 Defrance (Charles), directeur-gérant de la Société des mines et usines de cuivre de Vigsnaes, 20, boulevard Léopold, à Anvers.

40 De Jaer (Ernest), ingénieur en chef, directeur des mines, 22, rue de la Chaussée, à Mons.

41 De Jaer (Jules), ingénieur en chef, directeur au corps des mines, 4, rue Vieux-Marché-aux-Bêtes, à Mons.

42 MM. Dejardin (Louis), ingénieur au corps des mines, 40,rue du Jardin Botanique, à Liége.

43 * De Koninck (Lucien-Louis), ingénieur, professeur à l'Université, 1, quai de l'Université, à Liège.

44 Delvaux (Émile), capitaine de cavalerie, membre de la Société géologique de France, 216, avenue Brugmann, à Uccle.

45 Denis (Hector), avocat, membre de la Société malacologique, professeur à l'Université de Bruxelles, 42, rue de la Croix, à Ixelles.

46 Denys (Ernest), ingénieur, directeur de la Société anonyme des phosphates du Bois d'Havré, à Havré.

47 De Puydt (Marcel), avocat, directeur du contentieux de la ville de Liége, 108, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

48 Descamps (Armand), ingénieur, à St-Symphorien.

49 Despret (Émile), élève-ingénieur, 59, rue de la Régence, à Liége.

50 Despret (Eugène), ingénieur, directeur technique de la Société anonyme des usines à zinc, à Boom.

51 Despret (Georges), ingénieur, à Jeumont (Erquelinnes, poste restante).

52 * Destinez (Pierre), préparateur à l'Université, 9, rue Ste Julienne, à Liége.

53 * Dewalque (François), ingénieur, professeur à l'Université, 26, rue des Joyeuses Entrées, à Louvain.

54 Dewalque (Gustave), membre de l'Académie, professeur à l'Université, 17, rue de la Paix, à Liége.

55 Donckier de Donceel (Charles), ingénieur, 56, rue Bodeghem, à Bruxelles.

56 MM. Dorlodot (Henry de), abbé, docteur en théologie, professeur à l'Université, 10, rue au Vent, à Louvain.

Dormal (Victor), docteur en sciences naturelles, professeur à l'Athénée, route de Longwy, à Arlon.

58 Dubois (Mathieu), ingénieur en chef des charbonnages de Marihaye, à Flémalle-Grande.

59 Dugniolle (Maximilien), professeur à l'Université, 57, Coupure, rive gauche, à Gand.

60 Dulait (Jules), ingénieur-métallurgiste, rue de Montigny, à Charleroi.

61 Dumont (André), ingénieur, professeur à l'Université, 3, rue de la Laie, à Louvain,

62 Dupire (Arthur), ingénieur, à Dour.

63 Durand (Emile), chimiste, 24, rue Albert-de-Latour, à Schaerbeek (Bruxelles).

64 Durant (Henry), ingénieur, inspecteur général des charbonnages patronnés par la Société générale pour favoriser l'industrie nationale, à Boendael, Ixelles, par Bruxelles.

65 Durant (Prudent), directeur-gérant du charbonnage du Poirier, à Montigny-sur-Sambre.

66 Englebert (Félix), ingénieur, inspecteur général des constructions au ministère de la justice, 47, rue Juste-Lipse, à Bruxelles.

67 Erens (Alphonse), docteur en sciences naturelles, à Fauquemont (Limbourg hollandais).

68 Ertborn (baron Octave van), 14, rue des Lits, à Anvers.

69 Faly (Joseph), ingénieur principal au corps des mines, 36, rue Chisaire, à Mons.

70 Faucan (Jean), ingénieur à la Société Humboldt, 96, Hauptstrasse, à Kalk, près Cologne (Prusse).

71 Fayol (Henri), ingénieur, directeur des mines de Commentry (France-Allier).

72 MM. Firket (Adolphe), ingénieur en chef-directeur des mines, chargé de cours à l'Université, 28, rue Dartois, à Liége.

73 Focquet (Amand), ingénieur aux charbonnages de Mariemont, à Morlanwelz.

74 Folie (François), docteur en sciences, membre de l'Académie, directeur de l'Observatoire, à Liége

75 Forir (Henri), ingénieur, conservateur des collections minérales de l'Université, répétiteur à l'Ecole des mines, 19, rue Nysten, à Liége.

76 Fraipont (Julien), docteur en sciences naturelles, professeur à l'Université, 17, rue Mont-St-Martin, à Liége.

77 Galland (A), ingénieur d'arrondissement du service provincial de la Flandre Orientale, à Gand.

78 Gérard (Paul), étudiant, 20, rue de Berlaimont, à Bruxelles.

79 Germaux (Edmond), ingénieur, 77, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

80 Gernaert (Léon), ingénieur, 15, rue des Anges, à Liége.

81 Gilkinet (Alfred), docteur en sciences naturelles, membre de l'Académie, professeur à l'Université, 13, rue Renkin, à Liége.

82 Gillet (Lambert), ingénieur, industriel, à Andenne.

83 Gindorff (Frantz), directeur-gérant de la Société de la Nouvelle-Montagne, à Engis.

84 Goret (Léopold), ingénieur, professeur de chimie industrielle à l'Ecole des mines, 21, rue Ste-Marie, à Liége.

85 Guequier (Jules), préparateur à l'Université, 126, Maisons aux Anguilles, à Gand.

86 MM. Guilleaume (André), pharmacien, à Spa.

87 Habets (Alfred), ingénieur, professeur à l'Université, 4, rue Paul Devaux, à Liége.

88 Halleux (Arthur), ingénieur des mines, 3, rue des Eburons, à Liége.

89 Hanuise (Emile), professeur à l'Ecole des mines du Hainaut, rue des Chartiers, à Mons.

90 Hauzeur (Jules), ingénieur, 25, boulevard d'Avroy, à Liége.

91 Henin (François), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage d'Aiseau-Presles, à Farciennes.

92 Henin (Jules), ingénieur des charbonnages d'Aiseau-Presles, à Farciennes.

93 Hennequin (Émile), colonel d'état-major, directeur de l'Institut cartographique militaire, à la Cambre, à Bruxelles.

94 Hock (Gustave), ingénieur, professeur à l'Athénée, 27, boulevard Beauduin de Jérusalem, à Mons.

95 Hoegarden (Paul van), avocat, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

96 Holzapfel (E.), professeur à l'Ecole technique supérieure, à Aix-la-Chapelle (Prusse).

97 Hubé (Jean), ingénieur, à Dombrowa, station du chemin de fer de Varsovie à Vienne, gouvernement de Pétrokow (Russie).

98 Hubert (Herman), ingénieur au corps des mines, rue Fabry, à Liége.

99 Isaac (Isaac), ingénieur, directeur des travaux des charbonnages du Levant du Flénu, à Cuesmes.

100 Jacquet (Jules), ingénieur au corps des mines, 5, rue des Orphelins, à Mons.

101 Jamme (Henri), ingénieur, directeur des mines et usines de la Vieille-Montagne, à Moresnet-neutre (Calamine).

102 MM. Janson (Paul), avocat, 18, place du Petit-Sablon, à Bruxelles.

103 Jorissen (Armand), docteur en sciences naturelles, agrégé spécial à l'Université, 110, rue Sur-la-Fontaine, à Liége.

104 Jorissenne (Gustave), docteur en médecine, 130, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

105 Jottrand (Félix), ingénieur au corps des mines, 4, rue Defacqz, à Bruxelles.

106 Julien (A.), professeur à la faculté des sciences, 40, place de Jaude, à Clermont-Ferrand (France — Puy-de-Dôme).

107 Kennis (Guillaume), ingénieur, 12, rue Robiano, à Schaerbeek.

108 Kreglinger (Adolphe), ingénieur, 51, chaussée de Charleroi, à Bruxelles

109 Kuborn (Hyacinthe), docteur en médecine, membre de l'Académie, président de la Société royale de médecine publique de Belgique, à Seraing.

110 Kumps (Gustave), ingénieur des ponts et chaussées, 88, rue du Prince-Royal, à Bruxelles.

111 Lambot (Léopold), ingénieur et industriel, à Marchienne-au-Pont.

112 Laporte (Léopold), directeur-gérant de la Société des Produits, à Flénu, par Jemmapes.

113 Laurent (Odon), ingénieur, directeur du charbonnage des Chevalières, à Dour.

114 La Vallée Poussin (Charles de), professeur à l'Université, 190, rue de Namur, à Louvain.

115 Laveine (Oscar), ingénieur des mines de Courcelles-lez-Lens, par Hénin-Liétard (France — Pas-de-Calais).

116 Leduc (Victor), ingénieur, directeur-gérant des charbonnages de Wérister, à Beyne-Heusay.

117 MM. Lefèvre (Théodore), secrétaire de la société Royale malacologique de Belgique, 12, rue du Pont-Neuf, à Bruxelles.

118 Le Maire (Gustave), agent général de la Compagnie parisienne du gaz, 49, rue de Maubeuge, à Paris.

119 Lequarré (Nicolas), professeur à l'Université, 37, rue André-Dumont, à Liége.

120 Levieux (Fernand), étudiant, 151, avenue Louise, à Bruxelles.

121 L'Hoest (Gustave), ingénieur au chemin de fer de l'Etat, 22, quai Mativa, à Liége.

122 Libert (Joseph), ingénieur au corps des mines, 15, rue des Armuriers, à Liége.

123 Limbourg-Stirum (Adolphe, comte de), propriétaire, au château de Lumay, près Hougaerde.

124 Loë (Alfred, baron de), propriétaire, 64, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

125 Lohest (Maximin), ingénieur honoraire des mines, agrégé spécial à l'Université, à Rivage, Comblain-au-Pont.

126 Lohest (Paul), ingénieur, rue de l'Evêché, à Liége.

127 Loiseau (Oscar), ingénieur des usines à zinc d'Ougrée, à Ougrée.

128 Macar (Julien de), ingénieur, 36, avenue des Arts, à Bruxelles.

129 Malaise (Constantin), membre de l'Académie, professeur à l'Institut agricole, à Gembloux.

130 Malherbe (Renier), ingénieur en chef-directeur des mines, 14, rue Dartois, à Liége.

131 Marcotty (Désiré), ingénieur, à Montegnée, par Ans.

132 Marcq (Dieudonné), docteur en médecine, à Carnières.

133 MM. Mativa (Henri), ingénieur attaché à la Société générale, 63, rue Lesbroussart, à Ixelles.

134 Midavaine (Georges), élève-ingénieur, rue de la Montagne, à Liége.

135 Minsier (Camille), ingénieur principal au corps des mines, 11, rue de l'Ecluse, à Charleroi.

136 Moens (Jean), avocat, à Lede.

137 Monseu (Arthur), ingénieur-directeur de la manufacture de glaces, à Roux.

138 Moreels (Louis), artiste peintre, 53, rue Bois-l'Evêque, à Liége.

139 Mottard (Albert), ingénieur, à Herstal.

140 Mourlon (Michel), membre de l'Académie, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

141 Mullenders (Joseph), ingénieur, 7, rue Renkin, à Liége.

142 Nesterowsky (Nicolas), ingénieur des mines, à Bérésovski-Roudnick, Ekatherinenbourg, gouvernement de Perm (Russie).

143 Nihoul (Edouard), docteur en sciences naturelles, à Flémalle-Haute.

144 Noblet (Albert), ingénieur, administrateur-gérant de la *Revue universelle des mines*, 40, rue Beckmann, à Liége.

145 Orman (Ernest), ingénieur principal des mines, 10, rue de la Poterie, à Mons.

146 Otreppe de Bouvette (Frédéric baron d'), 5, rue des Carmes, à Liége.

147 Overloop (Eugène van), banquier, 48, rue Royale, à Bruxelles.

148 Paquot (Remy), ingénieur, administrateur délégué de la Compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg, à Montzen.

149 MM. Passelecq (Philippe), ingénieur, à Jumet.

150 Pavoux (Eugène), ingénieur, directeur-gérant de la manufacture de caoutchouc Eugène Pavoux et Cie, 14, rue Delaunoy, à Molenbeek (Bruxelles).

151 Perard (Louis), ingénieur, professeur à l'Université, 101, rue St-Esprit, à Liége.

152 Pergens (Edouard), docteur en sciences, 93, rue de la Station, à Louvain.

153 Peterman (Arthur), docteur en sciences naturelles, directeur de la Station agricole de et à Gembloux.

154 Petitbois (Ernest), ingénieur aux charbonnages de Marièmont et Bascoup, à Morlanwelz.

155 Petitbois (Gustave), ingénieur, 97, rue Louvrex, à Liége.

156 Piedbœuf (J.-Louis), ingénieur, industriel, 17, Bismarkstrasse, à Düsseldorf (Prusse)

157 Pierpont de Rivière (Edouard de), étudiant, au château de Rivière, à Profondeville.

158 Piret (Adolphe), membre de diverses sociétés savantes de la Belgique et de l'étranger, 22, rue du Château, à Tournai.

159 Plumat (Polycarpe), sous-ingénieur au Charbonnage du Grand-Hornu, à Hornu.

160 Plumier (Charles), ingénieur-directeur des travaux du charbonnage d'Abhooz, place Licour, à Herstal.

161 Poskin (Jules), docteur en sciences, professeur à l'école d'agriculture, à Mont-sur-Marchiennes.

162 Preter (Herman de), ingénieur, administrateur délégué de la société industrielle d'électricité, 28, boulevard Botanique, à Bruxelles.

163 Raeymaekers (Désiré), docteur en médecine, 164, rue de la Station, à Louvain.

164 Remont (Lucien), ingénieur, directeur-gérant des laminoirs de et à Châtelet.

165 MM. Renard (l'abbé A.), professeur à l'Université de Gand, à Wetteren.

166 Reul (Gustave de), ingénieur, 74, chaussée de Louvain, à Namur.

167 Reul (Joseph), ingénieur, industriel, à Courcelles.

168 Reuleaux (Jules), ingénieur, consul de Belgique à Philadelphie (Etats-Unis).

169 Roger (Nestor), ingénieur des charbonnages réunis de Charleroi, à Charleroi-faubourg.

170 Ronkar (Émile), ingénieur des mines, chargé de cours à l'Université, 249, rue St-Gilles, à Liége.

171 Sauvage (Paul), ingénieur, 61, rue Kipdorp, à Anvers.

172 Schmidt (Fritz), ingénieur civil des mines, 19, boulevard Hausmann, à Paris.

173 * Schmitz (le R. P. G.), 11, rue des Récollets, à Louvain.

174 Sélys-Longchamps (baron Edmond de), membre de l'Académie, sénateur, 34, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

175 Sélys de Brigode (baron Raphaël de), rentier 36, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

176 Sépulchre (Armand), ingénieur-directeur, à Aulnoye-lez-Berlaimont (France-Nord).

177 Sépulchre (Victor), ingénieur, à Maxéville (France — Meurthe-et-Moselle).

178 Siegen (Pierre-Mathias), conducteur des travaux publics, architecte de S. M. le Roi grand-duc, à Luxembourg.

179 Simony (baron H. de), ingénieur en chef, directeur honoraire au corps des mines, 4, rue de la Grosse-Pomme, à Mons.

180 Smeysters (Joseph), ingénieur en chef-directeur au corps des mines, à Marcinelle, par Charleroi.

181 MM. * Solvay et Cie, industriels, 19, rue du Prince Albert, à Bruxelles.

182 Somzée (Léon), ingénieur, membre de la Chambre des représentants, 217, rue Royale, à Bruxelles.

183 Soreil (Gustave), ingénieur, à Maredret, par Anthée.

184 Sottiaux (Amour), directeur-gérant de la Société anonyme des charbonnages, hauts-fourneaux et usines de Strépy-Braquegnies, à Strépy-Bracquegnies.

185 Souheur (Bauduin), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage des Six-Bonniers, à Seraing.

186 Spring (Walthère), ingénieur, professeur à l'Université, 32, rue Beckmann, à Liége.

187 Stainier (Xavier), docteur en sciences naturelles, 78, chaussée de Wâvre, à Ixelles (Bruxelles).

188 Stefani (Carlo de), professeur à l'Ecole d'études supérieures, 2, Piazza San Marco, à Florence (Italie).

189 Steinbach (Victor), ingénieur, 38, rue de Livourne, à Bruxelles.

190 Stoclet (Victor), ingénieur, secrétaire de la Compagnie du Nord de la Belgique, 73, avenue Louise, à Bruxelles.

191 Stoesser (Alphonse), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage de Sacré-Madame, à Dampremy.

192 Storms (Raymond), propriétaire, 13, rue du Président, à Bruxelles.

193 Thauvoye (Albert), ingénieur, 25, rue du Parc, à Charleroi.

194 Théate (Ernest), ingénieur, Casilla 112, Concepcion (Chili, viâ Lisbonne et Magellan).

195 Tihon (F.), docteur en médecine, à Burdinne.

196 Tillier (Achille), architecte, à Pâturages.

197 MM. Tomson (Eugène), ingénieur, directeur de la Société anonyme des charbonnages Gneisenau, à Derne, 44, Kaiserstrasse, à Dortmund(Prusse).

198 Tras (le R. P.), professeur au collège N. D. de la Paix, à Namur.

199 Ubaghs (Casimir), naturaliste, rue des Blanchisseurs, à Maestricht (Limbourg néerlandais).

200 Vanderhaeghen (Hyacinthe), membre de la Société royale de botanique de Belgique, 182[1], chaussée de Courtrai, à Gand.

201 Vasseur (Adhémar), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage du Couchant du Flénu, à Quaregnon.

202 Vaux (Adolphe de), ingénieur, 15, rue des Anges, à Liége.

203 Velge (Gustave), ingénieur civil, conseiller provincial et bourgmestre de Lennick-St-Quentin.

204 Vincent (Gérard), aide naturaliste au Musée d'histoire naturelle de Bruxelles, 97, avenue d'Auderghem, à Etterbeck (Bruxelles).

205 Verken (Raoul), élève-ingénieur, 36, rue Duvivier, à Liége.

206 Watteyne(Victor), ingénieur au corps des mines, 22, boulevard Dolez, à Mons.

207 Witmeur (Henri), ingénieur principal des mines, professeur à l'Université et à l'École politechnique, 14, rue d'Écosse, à Bruxelles.

208 Woot de Trixhe (Joseph), propriétaire, avenue d'Omalius, à Salzimes (Namur).

209 Zuylen (Gustave van), ingénieur et industriel, 8, quai de l'Industrie, à Liége.

210 Zuylen (Léon van), ingénieur honoraire des mines, 51, boulevard Frère-Orban, à Liége.

MEMBRES HONORAIRES

1 MM. Beyrich (E.), professeur à l'Université, conseiller intime, 29, Französischestrasse, W., à Berlin.

2 Burmeister (Herman), directeur du Musée, à Buénos-Ayres.

3 Capellini (Giovanni), commandeur, recteur de l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

4 Cocchi (Igino), professeur, directeur du Musée d'histoire naturelle, à Florence (Italie).

5 Dana (James Dwight), professeur à Yale College, à New Haven (Connecticut — Etats-Unis).

6 Daubrée (Auguste), membre de l'Institut, directeur honoraire de l'École des mines, 254, boulevard St-Germain, à Paris.

7 Etheridge (Robert), Esq., F. R. S., L., G. and E. S., conservateur-adjoint de la section géologique du *British Museum*, 14, Carlyle Square, Chelsea, S. W., Londres.

8 Geinitz (Hans Bruno), professeur à l'Université, conseiller intime, 10, Lindenaustrasse, à Dresde (Saxe).

9 Gosselet (Jules), professeur à la Faculté des sciences, 1, rue des Fleurs à Lille (France-Nord).

10 Hall (James), professeur, géologue de l'État, à Albany (New-York — États-Unis).

11 Hauer (Frantz, chevalier von), intendant du Musée I. R. d'histoire naturelle, 1, Burgring, à Vienne (Autriche).

12 Hauchecorne ( ), directeur de l'Académie des mines et de la carte géologique de Prusse et de Thuringe, 44, Invalidenstrasse, à Berlin.

13 Hull (Edward), Esq., F. R. S., ancien directeur du *Geological Survey* de l'Irlande, 5, Raglan Road à Dublin (Iles britanniques).

14 MM. Hunt (T. Sterry), LL. D., F. R. S., Park Avenue Hôtel, New-York (Etats-Unis).

15 Huxley (Thomas), F. R. S., professeur d'histoire naturelle à l'Ecole des mines, 4, Marlborough place, St-John's Wood, à Londres, N W.

16 Koenen (Dr Adolphe von), professeur à l'Université, à Goettingen (Prusse).

17 Nikitin (Serge), géologue en chef du comité géologique, à l'Ecole des mines, à St-Pétersbourg.

18 Prestwich (Joseph), F. R. S., F. G. S., Darent-Hulme, Shoreham, near Sevenoaks, Kent (Angleterre).

19 Rammelsberg (C.-F.), professeur à l'Université, à Berlin.

20 Ramsay (Andrew C.), F. R. S., F. G. S., ancien directeur général du *Geological Survey* du Royaume-Uni, 7, Victoria Terrace, Beaumaris (Angleterre).

21 Roemer (Ferdinand), professeur à l'Université, 38, Schuhbrücke, à Breslau (Prusse).

22 Sandberger (Fridolin von), professeur à l'Université, à Wurzbourg (Bavière).

23 Saporta (Gaston, marquis de), correspondant de l'Institut, à Aix (France — Bouches-du-Rhône).

24 Steenstrup (Japet), professeur à l'Université, à Copenhague (Danemarck).

25 Suess (Eduard), professeur à l'Université, à Vienne (Autriche).

26 Trautschold (H.), professeur, 42, Kronprinzenstrasse, Breslau (Prusse).

27 Winkler (T. C.), conservateur du Musée Teyler, à Haarlem (Néerlande).

MEMBRES CORRESPONDANTS

1 MM. Barrois (Charles), maître de conférences à la faculté des sciences, 185, rue de Solférino, à Lille (France-Nord).

2 Blanford (W. F.), ancien directeur du *Geological Survey* de l'Inde, 72, Bedford Gardens, Kensington, à Londres.

3 Benecke (Ernest Wilhem), professeur de géologie à l'Université, à Strasbourg (Allemagne).

4 Bonney (le Révérend Thomas Georges), F. R. S., F. G. S., professeur à University College, 23, Denning Road, Hampstead, N. W., à Londres.

5 Brusina (Spiridion), directeur du Musée national de zoologie et professeur à l'Université, à Agram (Autriche-Croatie).

6 Carruthers (William), paléontologiste au *British Museum*, à Londres.

7 Cope (Edw.-D.), professeur, 2100, Pine Street, à Philadelphie (Etats-Unis).

8 Cortazar (Daniel de), ingénieur, membre de la Commission de la carte géologique d'Espagne, à Madrid.

9 Cotteau (Gustave), juge honoraire, membre de diverses sociétés savantes, à Auxerre (France — Yonne).

10 Dawson (sir John William), principal de M' Gill University, à Montreal (Canada).

11 Delgado (J.-F.-N.), chef de la Commission des travaux géologiques du Portugal, 113, rua do Arco-Jesus, à Lisbonne.

12 Des Cloizeaux (A.), membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle, 13, rue de Monsieur, à Paris.

13 Duncan (Peter-Martin), professeur de géologie à King's College, 6, Grosvenor Road, Gunnersburg, W. à Londres.

14 MM. Evans (John), industriel, F. R. S., Nash Mills, Hemel Hempstead (Angleterre).

15 Favre (Ernest), 6, rue des Granges, à Genève (Suisse).

16 François (Jules), inspecteur général des mines, 81, rue Miroménil, à Paris.

17 Gaudry (Albert), membre de l'Institut, professeur au Muséum, 7 *bis*, rue des Saints-Pères, à Paris.

18 Grand'Eury (F. Cyrille), ingénieur, 23, cours Saint-André, à St-Etienne (France-Loire).

19 Gümbel (W. von), président de la Commission géologique de la Bavière, 20 $^{9}/_{2}$, Gabelsbergerstrasse, à Munich.

20 Hœfer (Hans), professeur à l'école des mines de Leoben (Autriche).

21 Hughes (Thomas M' Kenny), Esq., F. R. S., professeur à l'Université, à Cambridge (Angleterre).

22 Jacquot (E.), inspecteur général des mines, 83, rue de Monceau, à Paris.

23 Judd (J.-W.), F. R. S., professeur de géologie à l'Ecole royale des mines, Science Schools, South Kensington, à Londres, S. W.

24 Kayser (Emmanuel), professeur de géologie à l'Université, membre de l'Institut royal géologique, à Marburg (Prusse).

25 Keyserling (Alexandre, comte de), curateur à l'Université de Dorpat, à Raikull, par Reval (Russie, Esthonie).

26 Kokscharow (Nicolas de), général-major, membre de l'Académie impériale des sciences, Wassili-Ostrow, ligne des Cadets, n° 1, à Saint-Pétersbourg.

27 Lapparent (Albert de), professeur à l'Institut catholique, rue de Tilsitt, 3, à Paris.

28 MM. Lossen (Karl August), professeur de pétrographie à l'Université et à l'Ecole des mines, membre de l'Institut Royal géologique, 8, Kleinbeerenstrasse, N., à Berlin.

29 Mayer (Charles), professeur à l'Université, 20, Thalstrasse, Hottingen, à Zurich (Suisse).

30 Medlicott (H. B.), directeur du *Geological Survey* de l'Inde, à Calcutta.

31 Moeller (Valérien de), ingénieur en chef des mines, à Tiflis (Russie).

32 Mojsisovics von Mojsvar (Edmund), K. K. Oberbergrath, Chef-Geolog, 51, Reisnerstrasse, III, à Vienne (Autriche).

33 Nordenskiöld (A.-E.), professeur à l'Université, à Stockholm.

34 Pisani (Félix), professeur de chimie et de minéralogie, 130, boulevard St-Germain, à Paris.

35 Powell ( ), directeur du *Geological Survey* des Etats-Unis, à Washington.

36 Renevier (Eugène), professeur de géologie à l'Académie, à Lausanne (Suisse).

37 Rosenbusch (Dr Heinrich), professeur de minéralogie à l'Université, à Heidelberg (Grand-duché de Bade).

38 Rossi (commandeur Michele Stefano de), professeur, 17, Piazza dell' Ara Cœli, à Rome.

39 Rouville (Paul de), doyen de la faculté des sciences, à Montpellier (France — Hérault).

40 Schlüter (Clemens), professeur à l'Université, à Bonn (Prusse).

41 Selwyn (Alfred), directeur du *Geological Survey* du Canada, à Ottawa.

42 Stoppani (Antoine), abbé, commandeur, professeur à l'Institut technique supérieur, directeur du Musée civique, à Milan (Italie).

43 MM. STUR (Dionys), géologue en chef de l'Institut I. R. géologique, 9, Custozzagasse, à Vienne (Autriche).

44 TARAMELLI (Torquato), professeur à l'Université, à Pavie (Italie).

45 TOREL (Otto), professeur de géologie à l'Université, à Lund (Suède).

46 TSCHERMAK (Gustave), professeur de minéralogie à l'Université, à Vienne (Autriche).

47 TSCHERNYSCHEFF ( ), membre du Comité géologique, à St-Pétersbourg.

48 WHITNEY (Josiah), directeur du *Geological Survey* de la Californie, à San-Francisco (Etats-Unis).

49 WOODWARD (Dr Henry), Esq., F. R. S., F G. S., conservateur du département géologique du *British Museum*, 129, Beaufort Street, Chelsea, à Londres, S. W.

50 WORTHEN (A.-H.), directeur du *Geological Survey* de l'Illinois, à Springfield (Etats-Unis).

51 ZIRKEL (Ferdinand), professeur de minéralogie à l'Université, conseiller intime, à Leipzig (Saxe).

52 ZITTEL (Karl von), professeur à l'Université, à Munich.

TABLEAU INDICATIF

DES PRÉSIDENTS DE LA SOCIÉTÉ

DEPUIS SA FONDATION.

1874	M.	L.-G. DE KONINCK.
1874-1875	»	A. BRIART.
1875-1876	»	Ch. de LA VALLÉE POUSSIN.
1876-1877	»	J. van SCHERPENZEEL THIM.
1877-1878	»	F.-L. CORNET.
1878-1879	»	J. van SCHERPENZEEL THIM.
1879-1880	»	A. BRIART.
1880-1881	»	A. de VAUX.
1881-1882	»	R. MALHERBE.
1882-1883	»	A. FIRKET.
1883-1884	»	P. COGELS.
1884-1885	»	W. SPRING.
1885-1886	»	E. DELVAUX.
1886-1887	»	A. BRIART.
1887-1888	»	C. MALAISE.
1888-1889	»	O. VAN ERTBORN.
1889-1890	»	M. LOHEST.
1890-1891	»	G. CESÀRO.

COMPOSITION DU CONSEIL

POUR L'ANNÉE 1890-1891.

Président :	MM. G. Cesàro.
Vice-Présidents :	É. Delvaux.
	W. Spring.
	Ad. Firket.
Secrétaire général :	G. Dewalque.
Secrétaire-bibliothécaire :	J. Fraipont.
Trésorier :	J. Libert.
Membres :	P. Cogels.
	M. Lohest.
	X. Stainier.
	C. Malaise.

BULLETIN

Assemblée générale du 16 novembre 1890.

M. M. Lohest, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

M. G. Dewalque, secrétaire général, donne lecture du rapport suivant.

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter, conformément aux statuts, un rapport sur la situation de la société et sur ses travaux durant l'année sociale 1889-1890.

Nous avons commencé cet exercice avec 213 membres effectifs. Depuis lors, la mort nous en a enlevé quatre [1] : huit autres ont donné leur démission. D'autre part, nous avons reçu six nouveaux confrères; de sorte que nous commençons l'année avec 207 membres effectifs, auxquels il convient d'en ajouter trois, qui seront proclamés tout à l'heure.

La mort ne nous a pas moins frappés dans nos membres honoraires ou correspondants. Nous avons eu le regret de perdre coup sur coup deux professeurs éminents, Fr. Aug. von Quenstedt, de Tubingue et Edm. Hébert, de Paris, Alph. Favre, le célèbre géologue de Genève, et enfin sir Warington Smyth, inspecteur en chef des mines de la Couronne, à Londres, membres honoraires, et L. Lesquereux et E. Weiss, membres correspondants, connus par leurs beaux travaux sur la paléontologie végétale. Pour combler partiellement ces vides, vous avez nommé membres

[1] MM. Hamal, Jouniaux, Kupfferschlaeger et Van der Capellen.

honoraires MM. le prof. Ad. von Koenen, à Gottingue, et S. Nikitin, à St-Pétersbourg. D'autres propositions vous seront faites prochainement.

Nos séances ont continué à se tenir paisiblement et elles ont été occupées par de nombreuses communications et des présentations de roches, de fossiles, de plans qui ont fort intéressé les assistants. Nous devons répéter ce que nous disions l'an passé : il est à regretter que beaucoup de confrères qui pourraient y assister et animer les discussions, se contentent d'en lire le récit imprimé. Il y a perte pour tous.

Notre session extraordinaire s'est tenue dans l'Ardenne française. Elle avait surtout pour but d'examiner en commun les points controversés de la constitution du système cambrien. Ce programme, très spécial, n'a pas attiré autant d'amateurs que nous l'avions espéré; mais nous avons la confiance que le résultat de nos observations sera de nature à intéresser les géologues.

Il est à regretter que la compagnie de l'Est français nous ait refusé la permission de circuler à pied sur la voie du chemin de fer.

Nous avons publié trois fascicules du t. XVII, qui répond à l'exercice courant. Ces trois fascicules comprennent le *Bulletin* et une partie des *Mémoires*; le reste paraîtra aussitôt que possible. Voici le relevé des communications qui ont été faites.

Pour ce qui concerne la minéralogie et la pétrographie, nous avons à rappeler d'abord les nombreuses communications de M. G. Cesàro : *Lamelles de calcite de la houille des environs de Liége; Figures produites par la rayure sur les clivages du sel gemme et sur les faces du prisme primitif de l'aragonite*; *Figures de corrosion du quartz;*

Observations sur les dendrites; Volumes et surfaces des solides holoèdres dérivés du cube ; Un tétrahexaèdre de la blende; Note sur la production mécanique de faces cristallines dans la calcite; *Sur le quartz de Sarolay (Argenteau)*.

M. A. Collon nous a donné une *Note préliminaire sur des cristaux* (artificiels) *d'argent, d'or et de platine.* M. C. Malaise nous a fait connaître un *Nouveau gisement d'octaédrite*; et M. le prof. W. Spring nous a donné un travail *Sur la vitesse de dissolution de quelques minéraux carbonatés dans les acides.*

Pour la géologie, nous avons d'abord la note de M. X. Stainier *Sur les formations métallifères du cambrien du pays de Galles et de la Belgique*, et la nôtre sur de *nouveaux gisements de stringocéphales dans le poudingue de Burnot de la vallée de la Vesdre.* Les dislocations qu'on observe dans l'étage houiller ont donné lieu à d'intéressantes discussions. Après sa note *Sur le mouvement d'une couche de houille entre son toit et son mur*, note qui provoqua celle de M. Briart *Sur les mouvements parallèles des roches stratifiées*, M. M. Lohest nous donna son travail : *De l'âge relatif des failles du bassin houiller de Liége*, sujet controversé, sur lequel *Bulletin* reproduit les observations de M. R. Malherbe, tandis que celles de M. Ad. Firket ont paru dans les *Mémoires*, à la suite du travail de M. M. Lohest.

Mentionnons encore la note du R. P. G. Schmitz *Sur un gisement de calcite lamellaire et d'un tronc de sigillaire*, celle de M. A. de Vaux *Sur les fossiles houillers de Ghlin*, et enfin, les renseignements que nous avons cru pouvoir donner sur les couches de houille que l'on vient de découvrir à Douvres.

Vient ensuite une note de M. X. Stainier sur *Les phosphorites du Portugal et leur mode de formation;* celle de M. Ad. Firket sur les *Fossiles des gîtes de phosphorite de*

la Hesbaye, et celle de M. C. Ubaghs *Sur le niveau de quelques fossiles crétacés ;* le mémoire du R. P. G. Schmitz sur *Le phosphate de chaux de la Hesbaye, sa nature, sa composition et ses fossiles*, celui de M. M. Lohest, *Des gisements de phosphate de chaux de la Hesbaye et de l'étendue de la zone où l'on peut espérer les rencontrer*, et un travail analogue de M. X. Stainier sur *Les dépôts phosphatés des environs de Thuillies.*

Pour la série tertiaire et moderne, nous rappellerons le mémoire de M. Briart *Sur une faune marine landenienne*, la note de M. M. Lohest sur les *Alluvions anciennes de la Meuse*, celle de M. Firket *Sur l'âge et l'origine d'un limon récent de la vallée de l'Ourthe*, ainsi que les observations auxquelles ce travail a donné lieu de la part de M. A. de Vaux sur l'entraînement d'un remblai de chemin de fer; nos *Recherches sur les eaux des environs d'Anvers* et les observations du R. P. G. Schmitz sur le transport des *Ponces de l'éruption de Krakatau.*

Nous aurions pu recevoir d'autres communications si l'état de nos finances n'avait inspiré certaine réserve à nos collaborateurs. Nous connaissons, notamment, des travaux de paléontologie auxquels il ne reste qu'à mettre la dernière main. Nous avons été obligés, l'an dernier, de limiter nos publications à 40 feuilles de texte et à 10 planches. Ces nombres n'ont pas été atteints, de sorte que le déficit n'arrive pas à la somme prévue par notre vigilant trésorier.

Nos échanges de publications n'ont guère varié. Nous sommes en relations avec plus de 200 sociétés savantes, revues, etc.; mais il y aura lieu à modifications. Quelques-unes ne nous ont rien envoyé depuis plusieurs années; d'autres nous envoient peu de choses et devront se contenter de notre *Bulletin* au lieu de nos *Annales*. La situation de nos finances nous impose ces sacrifices, si nous ne voulons être forcés de repousser des publications.

Nous espérons que ce travail de revision sera promptement terminé.

Nous avons commencé une collection de photographies géologiques, pour lesquelles on a imprimé des formules renfermant l'indication des renseignements utiles à faire connaître, et que l'on peut se procurer chez notre imprimeur ou au secrétariat. Nous appelons l'attention de nos confrères sur l'utilité de cette collection, surtout pour les coupes destinées à disparaître promptement, comme les tranchées de chemin de fer, etc.

L'an passé, à pareille époque, je vous faisais espérer la prochaine réorganisation du service de la carte géologique détaillée. Cette réorganisation a été l'objet d'un arrêté royal en date du 31 décembre dernier; si elle ne nous donne pas tout ce que nous avions réclamé, le principal a été obtenu. Tous les arrêtés relatifs à la carte ont été reproduits dans notre *Bulletin* : tous vous les avez examinés et votre opinion est faite. Il ne nous reste qu'à nous présenter aussi nombreux que possible pour concourir à cette grande œuvre nationale.

Sur la proposition de M. le président, l'assemblée vote des remercîments au secrétaire général et l'impression de son rapport.

La parole est ensuite donnée à M. le trésorier, qui lit le rapport suivant.

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous rendre compte de la situation financière de la Société géologique pendant l'exercice 1889-90.

Les recettes ont été de 3,545 fr. 92 et les dépenses de 5,492 fr. 43, soit un déficit de 1,946 fr. 51.

Le déficit que je signale doit être augmenté de 75 fr. 35 par suite de notes approuvées en séance du Conseil de ce jour, après la clôture des comptes ; le déficit est ainsi effectivement de 2,021 fr. 86. D'après les prévisions budgétaires, il devait s'élever à 2,700 fr. La différence provient en partie de ce qu'il n'est pas possible d'arrêter exactement les comptes de tous les fournisseurs pour la date de notre séance extraordinaire.

Notre encaisse est descendu à la somme de 1,810 fr. 81 c. Je rappellerai que cet encaisse était au premier novembre 1884 de 13,852 fr. 72; il avait alors atteint son maximum. La diminution de cet encaisse a été annuellement en moyenne de 2,006 fr. 92. Il faut donc en conclure que nos recettes actuelles sont manifestement insuffisantes pour alimenter les frais de nos publications, malgré toutes les économies réalisées par le choix d'un papier moins coûteux et par la réduction, poussée jusque dans ses dernières limites, de tous les frais d'administration.

Les impressions, pendant les six dernières années, ont coûté 28,307 fr. 78, soit une dépense moyenne annuelle de 4,717 fr. 96 pour ce seul poste de nos dépenses. Il absorbe conséquemment non seulement toutes nos recettes, mais nécessite encore un prélèvement important sur notre encaisse. Le moment critique est arrivé où nous devons renoncer à la publication d'importants mémoires ou réclamer des pouvoirs publics des subsides que la valeur des travaux de nos membres justifie à suffisance, les services rendus par ces travaux scientifiques à l'industrie minérale du pays, et notamment, de la province de Liége, dans ces dernières années, étant incontestés. On peut affirmer notamment que l'industrie des phosphates serait encore inconnue dans cette province sans les recherches de nos confrères ; celle des mêmes gisements de la province du Hainaut est également grandement redevable à

des travaux d'autres membres de notre société. Le rôle, jusqu'à présent trop méconnu, de cette dernière, mérite d'être mieux apprécié des pouvoirs publics chargés d'encourager par l'octroi de subsides tout ce qui peut augmenter la richesse d'un pays. Il serait profondément regrettable de voir péricliter une société géologique dans un pays qui doit sa prospérité à l'industrie minérale; on ne peut laisser aux seuls adeptes de la science pure toutes les charges, et tous les profits à ceux qui utilisent les résultats de leurs travaux.

Pour en revenir à l'objet de notre rapport, voici comment se répartissent les recettes et les dépenses de l'exercice écoulé.

RECETTES.

Cotisations.	fr.	3015 00
Droits d'entrée		150 00
Ventes de publications.		200 00
Solde du service financier		180 92
Total .	fr.	3,545 92

DÉPENSES.

Impressions	fr.	4,087 45
Gravures		905 15
Divers		499 83
Total. .	fr.	5,492 43

Le boni de notre service financier provient de la vente de nos titres de la dette belge à un taux au-dessus du pair et à l'achat d'obligation à prime à un cours inférieur. Dans les deux cas, pour l'estimation de l'encaisse, les titres ont été portés à leur valeur nominale ; de la conversion effectuée, il résulte un bénéfice apparent, nécessité par les exigences de la comptabilité.

L'encaisse actuel de la société est représenté comme suit:

En numéraire	49,28	
En 20 obligations de villes belges	2000,00	(valeur nominale)
frs.	2049,28	
A déduire le solde débiteur du compte courant	238,47	
soit frs.	1810,81	

Cette somme est le résultat de l'encaisse indiqué aux livres de comptabilité, diminué des notes approuvées ce jour.

Les comptes ont été examinés et vérifiés par la commission nommée en juillet dernier 'et composée de MM. Bougnet, A. Jorissen, Destinez, Marcotty et de Vaux. »

L'assemblée donne décharge au trésorier de sa gestion sur l'exercice et lui vote des remerciements.

Le trésorier donne ensuite lecture du projet de budget arrêté par le Conseil comme suit.

RECETTES

Produit des cotisations	fr.	3,000
Produit des droits d'entrée		150
Intérêts des capitaux		50
Vente de publications		300
Total .	fr.	3,500

DÉPENSES

Impressions	fr.	5,000
Gravures.		1,200
Divers		800
Total .	fr.	7,000

Le déficit prévu est de 3500 frs., ce qui absorbera non seulement notre encaisse, mais nous constituera en déficit effectif de 1700 fr. environ. Il faut remarquer que la dépense prévue pour les impressions est la même que celle prévue pour le précédent exercice et qu'elle est approximativement la moyenne de celle effectivement faite pendant les six dernières années; le chiffre adopté ne présente donc pas la moindre exagération. Quant au produit des recettes, il a été déterminé d'après les résultats du précédent exercice et nous n'avons aucune raison de croire à une augmentation sur les articles ordinaires de ce chapitre.

Ce projet de budget est adopté sans observations

M. **L. Moreels** se plaint de ce que les publications de la Société ne paraissent plus mensuellement comme le demande l'art. 24 des Statuts, et de ce que la liste des ouvrages reçus ait été supprimée dans les procès-verbaux depuis un an, ce qu'il considère comme une autre infraction. Il demande que les Statuts soient observés et que l'on en revienne à la publication mensuelle.

Le **secrétaire général** répond que le mode de publication réglementaire a amené des réclamations nombreuses, et que c'est sur la demande d'un grand nombre de membres que le Conseil a adopté le mode suivi actuellement, qui n'a jamais soulevé d'observations avant celles de M. Moreels. Quant à la suppression de la liste des ouvrages reçus, le Conseil l'a adoptée par raison d'économie. Cette liste va paraître incessamment dans le dernier fascicule du tome XVII.

M. **Moreels** insiste pour que le Conseil observe les Statuts.

Après diverses observations de MM. Forir, Cesàro, Lohest et Moreels, l'assemblée décide que M. Moreels et les membres qui en feront la demande, recevront mensuellement les feuilles parues, en même temps que le procès-

verbal en épreuve. Pour les membres qui ne demanderont point ce mode d'envoi, on continuera comme actuellement, c'est-à-dire qu'ils recevront les *Annales* en quatre fascicules brochés, trimestriels.

Le président déclare l'incident clos.

On procède ensuite aux élections.

Pour la présidence, le nombre des votants est de 60, non compris un bulletin transmis ouvert et qui n'a pas été accepté. M. G. Cesàro obtient 42 voix ; M. Ch. de la Vallée Poussin, 14 voix; M. R. Malherbe, 2, et M. C. Malaise, 1. Il y a un bulletin blanc. En conséquence, M. G. Cesàro est proclamé président pour l'année 1890-1891.

Pour quatre places de vice-présidents, sont élus MM. E. Delvaux, W. Spring, Ad. Firket et A. Briart.

Pour cinq places de membres du Conseil, sont élus au premier tour MM. P. Cogels, M. Lohest, X. Stainier et R. Malherbe. Il est procédé à un ballottage entre MM. C. Malaise et Ch. de la Vallée Poussin : le premier l'emporte à une voix de majorité.

MM. G. Dewalque, secrétaire général, J. Fraipont, secrétaire-bibliothécaire, et J. Libert, trésorier, sont réélus à l'unanimité moins un bulletin blanc.

M. Max. Lohest, président sortant, remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence et se félicite de la laisser toujours prospère. Il invite ensuite M. G. Cesàro à le remplacer au fauteuil. (*Applaudissements.*)

M. Cesàro remercie la Société, puis M. Max. Lohest pour le tact et la distinction avec lesquels il a dirigé les séances pendant sa présidence. (*Applaudissements.*)

Il déclare close l'assemblée extraordinaire.

Séance ordinaire du même jour.

M. G. Cesaro, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à midi et quart.

Le procès-verbal de la séance de juillet est approuvé.

A la suite des présentations faites dans cette séance et des décisions du Conseil en date de ce jour, M. le président proclame membres de la société MM. :

Lohest (Paul), ingénieur, 16, rue de l'Evêché, à Liége, présenté par MM. M. Lohest et G. Dewalque.

Stefani (Carlo de), professeur à l'Ecole des hautes études, 2, piazza San Marco, à Florence (Italie), présenté par MM. G. Dewalque et G. Cesàro.

Van Hoegaerden (Paul), avocat, 7, boulevard d'Avroy, à Liége, présenté par MM. Ad. Firket et G. Dewalque.

M. G. Dewalque fait part à la Société de la perte qu'elle a éprouvée par la mort de sir Warington W. Smyth, F.R.S., membre correspondant, décédé le 19 juin dernier.

L'assemblée s'associe aux regrets exprimés par le secrétaire général.

Ouvrages offerts. — Les publications arrivées depuis la séance de juillet sont déposées sur le bureau. Des remercîments sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

T. G. Bonney. On the Crystalline Schists and their Relation to the Mesozoic Rocks in the Lepontine Alps.

Briart. Note sur les mouvements parallèles des roches stratifiées.

Brusina. Aux observateurs du monde des oiseaux. Instruction et catalogue des oiseaux indigènes.

— Observations sur le dernier travail de G. Gwyn Jeffreys: Les Mollusques recueillis par l'expédition du « Lichtringet la Porcupine ». 1868-1870.

Clarke. As Trilobitas do Grez de Ereré e Maecurù, estado do Parà, Brésil.

Cotteau. Note sur quelques Echinides du terrain crétacé du Mexique.

— La géologie à l'exposition universelle et dans les congrès internationaux de 1889.

Catalogue de l'Exposition internationale du livre.

Daubrée. Expériences sur les déformations que subit l'enveloppe solide d'un sphéroïde fluide, soumis à des effets de contraction.

J. F. N. Delgado. Relation du Congrès international d'anthropologie de Paris.

Discours prononcés aux funérailles de Ed. Hébert le 8 avril 1890. (Don de Me *Hébert.*)

J. Gosselet. Considérations sur le Bief à silex de l'Artois.

— Les demoiselles de Lihus.

Hennequin. Note sur la participation de l'Institut cartographique à l'Exposition internationale du livre à Anvers en 1890.

K. A. Lossen et *F. Wahnschaffe.* Beiträge zur Beurtheilung der Frage nach einer einstigen Vergletscherung der Brocken Gebietes.

Lossen. Analyse du travail de M. *F. Frech* sur le calcaire à Céphalopodes près de Hasselfelde.

Martin. Sur de nouveaux restes de *Stegodon* à Java.

Prestwich. Relation of the Westleton Beds or Pebbly Sands of Suffolk to those of Norfolk and on Their extension Inland, 1, 2, 3 parties.

G. Rayet. Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1888 à mai 1889.

Rapports annuels des Conservateurs des Musées d'histoire naturelle de Lausanne. (Don de M. *Renevier.*)

G. B. Rizzo. Observations météorologiques de 1889, faites à l'Observatoire de l'Université de Turin.

Ronkar. Sur l'épaisseur de l'écorce terrestre.

— Sur l'entraînement mutuel de l'écorce et du noyau terrestre en vertu du frottement intérieur.

— Idem. Réponse à la notice de M. Liagre.

Schmitz. Les dernières recherches bryozoologiques du docteur Ed. Pergens.

Sherrard. Rules for Electrical Installations by the Victorian Institute of Engineers.

C. Ubaghs. De voor-Romeinsche Begraafplaasten tusschen Weert en Buden en Nederweert-Leveroy.

Rapports. — Lecture est donnée des rapports suivants :

1° de MM. G. Dewalque, M. Lohest et Ad. Firket sur un travail de M. A. Briart concernant *Une faune marine landenienne.*

2° de MM. G. Dewalque, Ad. Firket et W. Spring sur trois communications de M. G. Cesàro, sur *Un tétrahexaèdre de la blende,* sur la *Production mécanique de faces cristallines dans la calcite et sur les figures de rayure de ce minéral,* et sur *Le quartz de Sarolay* (Argenteau).

Conformément aux conclusions des rapporteurs et à la décision prise dès la séance de juillet, ces travaux ont été envoyés à l'imprimeur pour les *Mémoires* du t. XVII.

Depuis lors M. le professeur Ch. de la Vallée Poussin a transmis une *Note sur les rapports des étages tournaisien et viséen de M. Dupont avec son étage waulsortien,* pour

laquelle M. le président a nommé commissaires MM. G. Dewalque, Ad. Firket et lui-même. Lecture ayant été donnée de leurs rapports, l'assemblée décide, sur leurs conclusions conformes, que ce travail figurera en tête des *Mémoires* du t. XVIII.

Communications. — M. C. Malaise fait ensuite la communication suivante.

Sur la position probable de quelques roches cristallines du Brabant dans la série stratigraphique,

par le professeur C. Malaise.

Les études que j'ai faites cette année en levant le cambrien et le silurien des planchettes de Rebecq et d'Ittre, et celles faites précédemment, m'ont amené à m'occuper de la position stratigraphique de plusieurs roches cristallines.

D'autre part, mes recherches sur les graptolithes dans notre pays de Belgique m'ont montré la plupart des six niveaux reconnus pour les graptolithes dans les régions siluriennes classiques des Iles Britanniques. Le résultat de ces observations m'a amené à modifier légèrement l'échelle stratigraphique du cambrien et du silurien que j'ai donnée en 1883.

Je reporte les schistes à *Climacograptus scalaris* de Grand-Manil, que je considère comme représentant le Llandovery, dans l'assise de Ronquières. Cette assise renferme alors trois niveaux à graptolithes, l'inférieur, le Llandovery, à *Climacograptus scalaris*, le moyen, à *Monograptus priodon*, le Wenlock, et le supérieur, à *M. colonus*, le Ludlow.

Je maintiens la diorite de Lembecq et les porphyres de Bierghes dans l'assise de Tubize. Je place dans l'assise

de Gembloux [1] la diorite de Quenast, avec les porphyroïdes voisines, qui pourraient bien être des espèces d'apophyses de celle-ci.

Les eurites ou rhyolites de Grand-Manil se trouvent au milieu des roches à *Climacograptus scalaris*, du Llandovery.

Je signale également la grande importance de l'assise des quartzophyllades de Villers-la-Ville comme point de repère.

L'auteur annonce ensuite la présentation d'un mémoire plus étendu à ce sujet et demande qu'on veuille bien nommer des commissaires.

M. le président désigne MM. Ch. de la Vallée Poussin, G. Dewalque et Ad. Firket.

M. Malaise demande en outre que les rapports soient imprimés s'ils contredisent sa manière de voir. — La décision est renvoyée à la séance dans laquelle ces rapports seront communiqués.

M. **H. Forir** fait une communication verbale, avec échantillons à l'appui, sur quelques résultats de son levé géologique de la planchette de Herve, et il annonce le prochain dépôt d'un mémoire à ce sujet.

Sont nommés commissaires pour l'examen de ce travail MM. A. Briart, Max. Lohest et Ad. Firket.

M. **Soreil** présente divers spécimens, entre autres, un paléchinide du marbre noir de Denée, lequel est probablement nouveau. M. J. Fraipont se charge de cette étude.

Il annonce ensuite la présentation d'un travail sur la bande de marbre noir de Denée. Ce travail est presque terminé; M. le professeur J. Fraipont a bien voulu se charger de l'examen des fossiles.

La séance est levée à une heure et demie.

[1] Je considère les alternances des roches noirâtres et verdâtres de Rebecq comme devant appartenir à l'assise de Gembloux.

Séance du 21 *décembre* 1890.

M. G. Cesaro, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à 11 heures.

Les procès-verbaux des séances du 16 novembre sont approuvés.

M. G. Dewalque, secrétaire général, indisposé, fait excuser son absence.

M. J. Fraipont, bibliothécaire, annonce une présentation.

Correspondance. — M. le secrétaire-bibliothécaire annonce, de la part de M. le capitaine E. Delvaux, la perte que la science vient de faire en la personne de J. Ortlieb, ancien membre de la Société, décédé à Bruxelles le 12 courant, et il donne lecture du discours prononcé aux funérailles par M. É. Delvaux au nom des amis et de la Société géologique.

L'assemblée s'associe aux regrets si bien exprimés par M. Delvaux et elle décide qu'il sera prié de rédiger une notice sur les travaux géologiques d'Ortlieb, notice qui sera insérée dans la bibliographie du volume en cours de publication.

Ouvrages offerts. Les publications arrivées depuis la séance de novembre sont déposées sur le bureau. L'assemblée vote des remerciements aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

H. B. Geinitz. — Nachträgliche Mittheilungen über die rothen und bunten Mergel der oberen Dyas bei Manchester.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. Briart, Lohest et Firket sur le travail de M. Forir, intitulé : *Quelques particularités remarquables de la planchette de Herve : roches crétacées, argile à silex, phosphate de chaux, sable et argile tertiaires.* Conformément à l'avis des commissaires, l'assemblée décide la publication de ce travail dans les *Mémoires.*

Communications. — M. **Max. Lohest** prie M. Forir de bien vouloir résumer en quelques mots son travail, à l'occasion duquel il désire faire une communication.

M Forir expose le résumé demandé.

M. Max. Lohest fait alors la communication suivante.

Sur la position géologique des couches qui ont contribué à la formation des dépôts de phosphate de chaux de la Hesbaye.

On sait qu'on peut provisoirement classer les différents types de phosphate de chaux qu'on extrait dans la Hesbaye, en deux variétés principales, l'une, inférieure, blanchâtre, granuleuse, à structure souvent feuilletée, contenant des silex noirs non brisés, où les nodules et les fossiles sont très rares ; l'autre, supérieure, souvent jaunâtre, à silex brisés, parfois bruns, renfermant une grande quantité de nodules et de fossiles. Cette seconde variété est de loin la plus constante et sa présence a été constatée en des points géographiquement très éloignés. Dans le premier travail que j'ai présenté à la Société sur la question des phosphates de Hesbaye, j'ai spécialement abordé l'étude de cette variété à fossiles et à nodules. Ne connaissant pas alors, dans la série des couches crétacées, des roches renfermant ces nodules et ces fossiles, j'attribuais la formation des dépôts de phosphate à la dissolution par les eaux météoriques de toutes les

couches crétacées qui leur étaient géologiquement supérieures, c'est-à-dire à la disparition d'une partie du sénonien et de la totalité du maestrichtien. Je rappellerai que Cornet me fit observer à ce sujet que les nodules phosphatés existaient en place dans la craie des environs de Wanzin. En effet, aux environs de Wanzin et de Petit-Hallet, on rencontre une craie jaunâtre, parfois durcie, située précisément à la limite entre le sénonien et le maestrichtien et renfermant également, à l'état de phosphate de chaux, la plupart des fossiles des gisements de Hesbaye.

Il semble donc rationnel de penser que la variété de phosphate à nodules et à fossiles, relativement si constante sur le plateau de la Hesbaye, doit son origine à la dissolution de ces couches de craie peu épaisses, situées à Wanzin, précisément à la limite entre le sénonien et le maestrichtien tels que les délimitait A. Dumont.

On sait d'ailleurs que MM. Cornet, Thielens, Dewalque, Firket, Ubaghs, Forir, Schmitz, qui ont déterminé, soit les fossiles de Wanzin, soit ceux des phosphates de la Hesbaye, ont démontré qu'un grand nombre d'entre eux se rapportent à des espèces sénoniennes.

Mais si, à mon sens, la situation géologique de la couche qui a contribué à la formation de la variété de phosphate à nodules et fossiles, est parfaitement établie, il n'en est peut-être pas de même de celle qui a constitué la variété blanchâtre inférieure.

Il ne peut toutefois exister de doute que cette dernière variété ne provienne, comme la supérieure, de la dissolution lente d'une roche crétacée. Nous savons qu'elle est parfois stratifiée. Dans ce cas, les joints de stratification sont contournés et parallèles à toutes les ondulations de la surface de la craie sous-jacente. Souvent les ondulations de cette dernière roche sont fort accentuées ; à Vottem, on y observe des dénivellations brusques de dix mètres environ. Dans ce

cas, la couche phosphatée suit les ondulations et reste comme collée à la surface moutonnée de la craie. On pourrait difficilement, me semble-t-il, expliquer ce fait dans le cas d'un dépôt sédimentaire venant remplir une excavation préexistante.

Si l'on recherche maintenant la position géologique des roches crétacées qui ont contribué à la formation de cette variété de phosphate, on ne peut évidemment la fixer qu'à un niveau inférieur à celles qui ont fourni la variété à nodules. Or comme ces couches à nodules phosphatés reposent à Wanzin directement sur la craie blanche à silex noirs, c'est bien à cette dernière roche qu'il faut attribuer la formation de la variété inférieure des phosphates de Hesbaye.

Cette solution de la question entraîne peut-être certaines conséquences que je crois intéressant de signaler.

La couche inférieure phosphatée que nous venons d'étudier, est parfois assez riche (60 °/₀ de phosphate tricalcique) et son épaisseur peut dépasser 50 centimètres. Comme les quelques analyses que je possède actuellement de la craie blanche ne dénotent qu'une très faible teneur en phosphate de chaux (2 à 3 °/₀), il faudrait admettre une épaisseur assez considérable de craie blanche disparue pour expliquer la formation d'un tel gisement Cependant la craie blanche de Vottem ressemble assez bien à la roche située sous les couches à nodules de Petit-Hallet et il me paraît difficile d'admettre qu'une épaisseur considérable de craie blanche ait été enlevée par dissolution au sous-sol de la Hesbaye. Je serais plutôt porté à croire qu'il doit exister dans cette région des points où la craie blanche est très phosphatée, particulièrement là où la variété de phosphate inférieur fait défaut.

Je crois intéressant de rappeler que M. de Mercey [1], en

[1] C. R. Ac. des sciences, 1887, p. 1135 et suiv.

faisant des recherches dans la craie du gisement d'Hardivillers, y a rencontré des veines et des amas de phosphate de chaux contenant jusqu'à 30 % d'acide phosphorique.

M. Forir ajoute que, pour lui, la couche inférieure, à phosphate blanc et à silex noirs, que l'on trouve en Hesbaye, a beaucoup d'analogie avec la couche inférieure d'argile de nuance claire avec silex noirs, cacholonisés, cylindroïdes du pays de Herve, ne contenant que 4 % à 8 % de phosphate tricalcique.

M. Firket. — Comme l'a dit M. Lohest, le gîte de phosphorite de Hesbaye, du moins dans les localités où son allure est sensiblement régulière, présente deux zones superposées; l'inférieure, riche en phosphate tricalcique, la supérieure, moins riche et plus jaunâtre. Mais les silex noirs, en fragments, que renferme la zone inférieure, n'impliquent nullement pour celle-ci une différence d'origine; car l'on trouve parfois des silex semblables au-dessus de la zone supérieure, c'est-à-dire à la base du conglomérat qui recouvre le gîte. Quant à l'intervention de la craie blanche dans la formation de ce gîte, je crois pouvoir rappeler que j'ai été le premier à appeler l'attention de la Société sur l'abondance des fossiles sénoniens qu'il renferme et à en conclure que la dissolution de la craie blanche a contribué à sa formation.

M. **Max. Lohest.** — Je crois que M. Firket ne m'a pas bien compris. J'ai dit que je savais d'où provenaient les phosphates à nodules. Ils se trouvent dans de la craie jaunâtre, située à la limite entre le sénonien et le maestrichtien (couche de Petit-Hallet). Inférieurement à ce niveau se rencontre parfois une couche blanche, contenant, elle, *exclusivement des silex noirs peu volumineux et entiers.* Je pense que cette seconde couche provient de la craie blanche.

M. **Firket** désire préciser la portée de son observation.

Il a voulu tout simplement faire remarquer que, des silex noirs se présentant tout à la fois dans la partie inférieure du gîte et dans le toit de sa partie supérieure, on ne peut se baser sur la couleur des silex pour établir une différence d'origine entre ces deux parties.

M. **Forir** présente un échantillon d'argile claire, à silex cacholonisés, entiers, cylindroïdes, du pays de Herve et il en fait ressortir l'analogie avec l'échantillon de phosphate blanchâtre, à petits silex noirs, entiers, de Hesbaye, montré par M. Lohest. Il ajoute : je suis absolument d'accord avec M. Lohest quant à l'origine et à l'âge des deux types de phosphate de chaux. L'argile brun rouge, à silex gris et blonds brisés, et l'argile grise sableuse, à silex volumineux, cacholonisés, du pays de Herve correspondent à l'argile à silex et à la variété jaune de phosphate de chaux, à nodules et à fossiles, de la Hesbaye. Elles proviennent à la fois des couches de calcaire grossier formant la limite entre le sénonien et le maestrichtien, et de la craie blanche à silex volumineux, noirs ou bruns, sous-jacents, tandis que l'argile claire à silex cacholonisés, entiers, cylindroïdes et le phosphate blanc, granuleux, à petits silex noirs, entiers, ne sont que le résidu de la dissolution de la craie blanche traçante, à petits silex disséminés, craie qui repose sous les couches précédentes. La seule différence qui existe entre la Hesbaye et le pays de Herve, est que l'altération est plus grande dans cette dernière région et que le phosphate y a disparu en grande partie.

L'assemblée décide que la communication de M. Lohest paraîtra au *Bulletin* et que le travail de M. Forir (*Mémoires*) sera suivi d'une note renvoyant au *Bulletin* pour la discussion.

M. **Forir** présente quelques spécimens de fossiles des phosphates de Hesbaye non encore renseignés.

Espèces non encore citées du phosphate de chaux de la Hesbaye.

Ammonites sp. n., Kner (*N. Beitr. zur Kenntniss der Kreideversteinerungen von Ost-Galizien. Wien*, 1852, p. 7, pl. I, fig. 11).

Nautilus voisin de *N. radiatus*, Sow.

Nautilus, sp.

Avellana (*Natica*) *prœlonga*, Binkh.

Inoceramus Cripsi, Mant.

Janira quadricostata, Sow. sp. (variété sénonienne et hervienne, dont la quatrième côte est très prononcée).

Spongiaire nouveau.

Ces espèces, à part la première et la quatrième, ont été recueillies par M. Lejeune, ingénieur, dans les exploitations de phosphate de chaux de Rocour. La première m'a été donnée jadis comme provenant de la propriété Joly, près de Rocour. La quatrième a été trouvée par M. P. Lohest dans une exploitation à Viemme.

Sauf la première, elles font partie des collections minérales de l'Université.

L'*Ammonites* sp. n., décrite par Kner, provient de la craie blanche traçante, à silex, de Mikulince et Czartorya en Galicie (sénonien).

Binkhorst annonce n'avoir trouvé qu'un seule *moule* d'*Avellana prœlonga* à Ciply; l'état de conservation du fossile type me paraît indiquer qu'il provient également du phosphate.

L'*Inoceramus Cripsi*, Mant. et la variété à plis inégaux de *Janira quadricostata*, Sow. sp. sont des espèces qui ne se trouvent pas dans l'étage maestrichtien.

M. **Fraipont** dit, à cette occasion, qu'il serait désirable que les exploitants et les amateurs fournissent à l'Université des exemplaires de fossiles trouvés dans les couches à

phosphate du pays, de façon qu'il y ait, à l'Université, une collection type la plus complète possible. C'est autant dans l'intérêt des amateurs que de la science qu'il parle.

Plusieurs membres présents promettent qu'ils feront des démarches dans ce sens.

Il est donné lecture de la note suivante :

Cinabre artificiel,

par le prof. L. L. de Koninck.

Le sulfure mercurique est extrêmement soluble dans les solutions de sulfure sodique ou potassique concentrées, et cela, non seulement en présence d'hydrate alcalin, comme le disent la plupart des analystes, mais aussi en l'absence complète de semblable composé.

Les solutions de sulfure calcique, strontique ou barytique le dissolvent également.

Les sulfhydrates ou sulfures acides, tels que NaHS, ne le dissolvent pas.

L'eau ajoutée en forte proportion à une solution de sulfomercurate alcalin donne lieu à la formation d'un précipité de sulfure mercurique, sans doute parce qu'elle décompose en partie le sulfure alcalin, avec formation d'hydrate et de sulfhydrate, comme l'indique la formule suivante :

$$Na^2S + H^2O = NaHO + NaHS.$$

La présence d'hydrate alcalin, modifiant les conditions d'équilibre, s'oppose à cette décomposition et empêche, par conséquent, la précipitation de sulfure mercurique; c'est ainsi que, sans être nécessaire pour la dissolution du sulfure de mercure dans les sulfures alcalins, elle favorise singulièrement cette dissolution.

Toute réaction ayant pour résultat la décomposition des sulfures alcalins précipite du sulfure mercurique d'une solution de sulfomercurate; si la réaction est rapide, le sulfure précipité est amorphe, noir; est-elle lente, le sulfure est cristallin, rouge : c'est du cinabre.

L'échantillon mis sous les yeux de la société a été obtenu par l'oxydation lente, à l'air, en vase imparfaitement clos, d'une solution de sulfure mercurique dans le sulfure sodique. Certains cristaux atteignent près d'un millimètre.

M. **G. Cesàro** est prié de faire l'étude cristallographique des cristaux de cinabre préparés par M. De Koninck.

M. **G. Cesàro** fait une communication préliminaire sur la reproduction artificielle de la barytine.

M. **M. Lohest** fait remarquer qu'il a trouvé de la barytine dans des gisements identiques (sauf la présence du fer) à Chanxhe, à Sprimont et à Comblain-au-Pont, toujours dans les géodes de calcite. Il fait observer de plus que tous nos calcaires contiennent des traces de fer.

M. **Destinez** ajoute que, généralement, les barytines de Belgique ont été recueillies sur du calcaire.

M. **Firket** rappelle qu'il a cependant renseigné jadis de la barytine sur un schiste houiller.

La séance est levée à 12 h. 1/2.

Séance du 18 janvier 1891.

M. G. Cesaro, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

Le président proclame membre de la Société,

M. Lejeune (Octave), ingénieur, 6, place Saint-Lambert, à Liége, présenté par MM. M. Lohest et G. Dewalque.

Il annonce ensuite une présentation.

Le secrétaire général présente à l'assemblée la 2e livraison du t. XVI et la 4e du t. XVII, lesquelles complètent ces deux volumes.

Correspondance. — La Société royale belge de géographie annonce la perte qu'elle vient de faire en la personne de J.-B.-J. Liagre, lieutenant-général en retraite, son président d'honneur, dont elle conservera un sympathique et vénéré souvenir.

Le secrétaire général annonce la mort de M. l'abbé G. Stoppani, membre correspondant, à Milan, célèbre par ses beaux travaux sur la géologie et la paléontologie de la Lombardie.

Le bureau du dernier congrès de la Fédération archéologique de Belgique envoie un projet de revision des statuts et règlements des congrès de la Fédération, à discuter au prochain congrès, et il invite la Société à le discuter et à donner mandat spécial à son délégué au prochain congrès.

L'assemblée charge MM. G. Dewalque et J. Fraipont de préparer un rapport sur cette question.

Le secrétaire général présente à l'assemblée le diplôme de médaille d'or, obtenu par la Société à l'Exposition internationale du Livre, à Anvers, l'été dernier.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. — Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

É. Delvaux. Discours prononcé sur le cercueil de Jean Ortlieb.

Math. M. Draghicenu. Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte des Königreiches Rumänien.

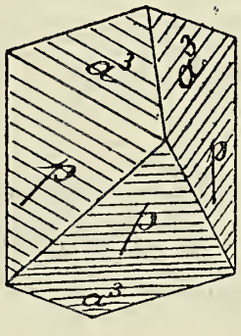
G. Schmitz. La flore houillère du bassin de Valenciennes.

Communications. — M. G. Cesàro donne lecture des notices suivantes.

Étude des cristaux de cinabre obtenus par M. L.-L. de Koninck par l'action de l'air sur une solution de sulfure mercurique dans le sulfure sodique,

par G. Cesaro.

Ces cristaux sont formés du rhomboèdre primitif p, terminé par le rhomboèdre obtus a^5, plus ou moins développé. Les faces sont fortement striées parallèlement à a^1. Les stries proviennent de ce que les cristaux sont formés par le groupement d'un grand nombre d'individus réunis, à axes approximativement parallèles ; aussi, très prononcées dans les plus grands cristaux, qui ont environ un millimètre de grandeur, ces stries sont plus rares dans ceux de dimension moyenne, et elles disparaissent totalement dans les faces p de ceux qui ne mesurent que quelques dixièmes de millimètres. Les premiers ne peuvent fournir aucune mesure, même approximative, tandis que ceux cités en dernier lieu donnent quelquefois, sur leurs faces p, des images d'une netteté parfaite. On peut, en disposant convenablement les mires, y mesurer avec exactitude l'angle du rhomboèdre primitif sur l'arête latérale, et approximativement l'angle pa^5.



En partant de $pp_{\text{lat.}}$ (angle polaire) $= 71^\circ\ 48'$, chiffre généralement adopté, on obtient : $\frac{3}{4}\frac{a^2}{e^2} = 0{,}143001$, puis $pa^5 = 22^\circ\ 40',5$. Pour le second angle, les mesures ap-

proximatives ont donné 21°52′ ; pour le premier, voici les mesures prises sur deux cristaux très nets :

1er cristal. $pp_{lat.}$ = 71°54′ (54′. 59. 52. 51. 52)
2me » » = 72° 8′ (15′. 10. 6. 11. $\overline{1}$).

On trouve assez rarement un cristal isolé; ordinairement ils forment des groupements irréguliers. J'ai cependant observé un groupe de deux cristaux ayant l'axe vertical commun, l'un ayant tourné, par rapport à l'autre, de 60° autour de cet axe. C'est le groupement si commun dans les cristaux de calcite; seulement, ici, les cristaux se pénètrent mutuellement, au lieu d'être en contact par une face a^1.

Ordinairement, ils paraissent opaques ou à peine translucides ; mais, en examinant au microscope les fines croûtes cristallines qui se trouvent parmi les cristaux que l'on m'a remis, on aperçoit la couleur rouge caractéristique, par transparence, à travers certains cristaux convenablement placés.

Lorsqu'on éclaire ces croûtes par le dessus, on voit qu'elles sont formées de beaux petits cristaux très nets; on y reconnaît les faces p à leur miroitement intense et à la rareté des stries, les faces a^5 à la fréquence de ces dernières.

Le cinabre artificiel, comme le naturel, raye fortement le gypse et ne raye pas le spath.

Observation sur la méthode employée par M. De Koninck pour la reproduction du cinabre,

par G. Cesaro.

Cette méthode peut s'appliquer à la reproduction de tous les sulfures solubles dans les sulfures alcalins. Ainsi, l'on pourra, très probablement, obtenir des cristaux d'orpiment,

de stibine et de molybdénite en laissant, dans des vases incomplètement clos, des solutions de sulfures d'arsenic, d'antimoine et de molybdène dans un sulfure alcalin.

Idées sur le mode de formation de la barytine de Rumelange,

par M. G. Cesaro.

J'ai présenté, il y a quelques années, à la Société, la description des cristaux de barytine trouvés dans une ammonite de la limonite oolithique (supraliasique) de Mont-St-Martin à Rumelange. La barytine repose, en général, sur des cristaux de calcite et est accompagnée de sidérose en rhomboèdres selliformes, blonde et presque inaltérée en certains points, mais, en général, plus ou moins brune.

Les observations que je vais présenter à la Société prouvent que la barytine est postérieure à la calcite et elles donnent un moyen probable de reproduction de la première espèce.

Plusieurs échantillons ont été traités par l'acide nitrique étendu, pour dissoudre la calcite : les cristaux de barytine ainsi séparés présentent des cavités dont la forme, prise par moulage, est celle des cristaux de calcite qui se trouvaient autour de la barytine. Il suit de là :

1° Que les cristaux de calcite étaient déjà formés lorsque la barytine s'est déposée;

2° Que le milieu qui a donné naissance à la barytine n'était pas acide, vu que la calcite est restée inaltérée.

Les acides étant les seuls dissolvants du sulfate barytique, il suit de là que ce n'est pas par l'évaporation d'une dissolution que la barytine a pris naissance. Reste à chercher s'il n'existe pas une double décomposition assez

lente pour produire du sulfate barytique cristallisé. En tenant compte de la présence de la sidérose, on est conduit à admettre que la barytine pourrait bien avoir pris naissance par l'action d'une solution de sulfate ferreux sur du carbonate barytique préexistant.

$$BaCO^3 + FeSO^4 = BaSO^4 + FeCO^3.$$

Je compte entreprendre des expériences en faisant varier les conditions de température et de pression.

Il y a, cependant, dans l'explication donnée ci-dessus, un point qui pourrait paraître contradictoire : si une solution de sulfate ferreux a agi sur le carbonate barytique, pourquoi a-t-elle laissé inattaqué le carbonate calcique, qui se comporte dans les réactions comme le carbonate barytique ? Voici ce que je pense à ce sujet. On sait que les carbonates alcalino-terreux agissent sur un sel formé par un oxyde R^2O^3 absolument comme si l'acide [1] était libre : l'oxyde R^2O^3 se précipite à l'état d'hydrate et l'acide agit sur le carbonate en dégageant de l'anhydride carbonique. Au contraire, les mêmes carbonates n'ont pas d'action sur les sels formés par des oxydes RO.

Il suit de là que, en général, ni le carbonate barytique, ni le calcique, agiront sur les sels ferreux. Cependant, dans le cas du carbonate barytique et du sulfate ferreux, la réaction aura très probablement lieu, à cause de la grande insolubilité du sulfate barytique : cette raison n'existant pas lorsqu'il s'agit du carbonate calcique, il me semble probable qu'une solution de sulfate ferreux, agissant sur un mélange de carbonates barytique et calcique, laissera le second inattaqué et donnera, par double décomposition avec le premier, de la barytine et de la sidérose.

[1] Les oxydes R^2O^3 sont des bases peu énergiques : ils jouent quelquefois le rôle d'anhydrides et ne se combinent pas à l'anhydride carbonique.

Le secrétaire général dépose un travail de M. X. Stainier, intitulé : *Etudes sur l'assise de Rouillon*. MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et Ad. Firket sont chargés de faire rapport.

La séance est levée à onze heures trois quarts.

Séance du 15 *février* 1891.

M. C. Cesaro, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

Le procès-verbal de la séance de janvier est approuvé.

M. le président proclame membre effectif :

Fournier (dom Grégoire), bénédictin, à l'abbaye de Maredsous, par St-Gérard, présenté par MM. Ch. de la Vallée Poussin et l'abbé H. de Dorlodot.

Il annonce ensuite une présentation.

M. le président fait part à l'assemblée du décès de M. R. Malherbe, ancien président de la Société et membre du Conseil. Informé par M. le secrétaire général au nom de Madame Malherbe, il a été empêché par une indisposition de représenter la Société aux funérailles et a prié M. le vice-président, Ad. Firket, de bien vouloir le remplacer. Il donne lecture du discours suivant de M. Firket.

Messieurs,

La Société géologique de Belgique perd en Renier Malherbe un de ses fondateurs, un de ses membres les plus assidus et l'un des plus féconds collaborateurs à ses *Annales*.

Ma qualité de vice-président de cette compagnie me vaut l'honneur et le douloureux devoir de porter la parole en son nom, M. Cesàro, son président annuel, étant malade.

Comme dans tous les corps officiels ou libres auxquels il appartenait, Renier Malherbe ne comptait chez nous que des amis. La sûreté et l'aménité de ses relations lui attiraient l'affection de tous ses confrères, comme son ardeur au travail, son esprit investigateur lui valaient leur estime.

Aussi, depuis l'origine de notre Société, nos sympathies l'ont-elles désigné, pour ainsi dire constamment, comme membre du Conseil, et appelé à la présidence pendant l'exercice 1881-1882.

Bien que ses publications, dans nos *Annales*, ne contiennent qu'une faible partie de son œuvre scientifique [1], il serait trop long de les énumérer ici. Je me bornerai à rappeler qu'elles ont eu principalement pour objet le terrain houiller, pour lequel sa longue collaboration à la confection de la carte des mines du pays lui avait acquis une compétence spéciale, et à mentionner un de ses derniers mémoires, publié en 1889, sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Ouest de la province de Liége, lequel concerne surtout les assises crétacées et tertiaires qui recouvrent le terrain houiller.

Je ne puis m'empêcher, non plus, de rappeler sa note sur les oscillations de l'écorce du globe publiée dans le compte rendu du Congrès des sciences géographiques tenu à Anvers en 1871, parce qu'elle rentre directement dans le domaine géologique.

Renier Malherbe était un infatigable travailleur, dont la grande activité savait faire victorieusement face aux

[1] Voir ci-dessous la liste des publications de R. Malherbe.

occupations les plus diverses et les plus absorbantes. Son corps robuste, son esprit plein de vigueur, semblaient lui présager une longue carrière ; et, tout à coup, une maladie implacable nous l'enlève en quelques jours, dans toute la force de l'âge et du talent.

Cher ami ! Devant une telle perte. je me sens impuissant à formuler la moindre consolation pour la famille si tendrement aimée que tu laisses après toi ; mais je te donne l'assurance, en mon nom et au nom de tes confrères, que nous reporterons sur les tiens et en particulier sur ton jeune fils, l'affection que nous t'avions vouée et que tu méritais si bien.

Adieu, Malherbe! Digne confrère, adieu !

L'assemblée s'associe aux regrets exprimés en son nom et décide qu'une lettre de condoléances sera adressée à la veuve de notre regretté confrère, et que le discours de M. Firket sera imprimé dans le compte rendu de la séance, avec la liste de ses publications.

LISTE DES PUBLICATIONS DE RENIER MALHERBE.

A. — DANS LES ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE.

Allure du système houiller entre les Awirs et la Gleize (t. II).

Des horizons coquillers du système houiller de Liége (t. III).

Note sur la rencontre d'une faille transversale dans la galerie Est des eaux alimentaires de la ville de Liége (t. III).

Observations sur l'allure du système houiller entre Mélen et Charneux (t. III).

Cristaux de quartz dans le système houiller (t. III).

De la stérilité du système houiller entre Saive, Jupille et la Xhavée (t. III).

Observation relative à la note de M. J. de Macar sur quelques synonymies de couches du bassin de Liége (t. IV).

Gîtes poudingiformes du terrain houiller (t. VI).

Note sur la faille eifélienne (t. VI).

Observations sur la communication de M. Osc. Bustin relative au bassin houiller de Beyne (t. VI).

Proposition d'émettre auprès du Gouvernement le vœu que la Commission du grisou porte à son programme d'études l'analyse des houilles du pays et de leurs roches encaissantes (t. VIII).

Observations relatives à l'étude de M. J. de Macar sur les bassins houillers de Liége et de Herve (t. VIII).

De la richesse et de la division du système houiller de la province de Liége (t. VIII).

Note sur la flore houillère de la province de Liége (t. IX).

Sur l'horizon de l'étage inférieur du système houiller (t. IX).

Note sur des charbons du bassin houiller de Liége rappelant le *cannel coal* (t. X).

Rencontre de la *Hatchettite* à Seraing (t. X).

Présentation d'échantillons de grès houiller blanchâtre venant de Dalhem, Richelle et Horion (t. XIV).

Etude sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Ouest de la province de Liége (t. XVI).

Analyse du livre de M. Fayol : Lithologie et stratigraphie du bassin houiller de Commentry (t. XVI).

Observations sur la communication de M. M. Lohest au sujet de l'âge relatif des failles du bassin houiller de Liége (t. XVII).

Géogénie de la houille (t. XVII).

B. — AUTRES PUBLICATIONS.

Notice sur quelques perfectionnements dans le système actuel d'extraction. (*Revue universelle des mines*, 1860.)

Historique de l'exploitation de la houille dans le pays de Liége. (Travail couronné, publié dans les *Mémoires de la Société libre d'Emulation de Liége*. Nouvelle série, t. II, 1862.)

Du grisou : recherches sur les causes de sa présence, description des circonstances de son gisement et de son dégagement dans les mines de houille. (Travail couronné, publié dans les *Mémoires et publications de la Société des sciences, arts et lettres du Hainaut*. Mons 1866.)

La gadoue, sa récolte et son utilisation considérées au point de vue de la salubrité et de l'économie sociale. (*Ann. du Conseil de salubrité publique*, t. IV. Liége, 1867.)

Des caractères géologiques propres au raccordement des couches de houille. (*Ann. des travaux publics*. Bruxelles, 1868.)

Eléments d'un cours de géologie donné à la Société Franklin (1re partie, géogénie). Liége, 1868.

Sur la présence des chlorures alcalins dans les eaux et les roches du bassin houiller de Liége. (*Bull. de l'Académie de Belgique*. 2e série, t. XXVIII, 1869.)

De l'assainissement des villes. (Travail couronné, publié dans les *Mémoires et publications de la Société des sciences, arts et lettres du Hainaut*. Mons 1870.)

Un mot sur les brevets d'invention. (*Annuaire de l'Association des ingénieurs de l'Ecole de Liége*. 1871.)

Eléments d'un cours de géologie donné à la Société Franklin (2e partie, caractères géologiques). Liége 1871.

Note sur les cardinies rencontrées dans le bassin houiller de Liége. (*Bull. de l'Académie de Belg*. 2e série, t. XXXII, 1871.)

L'instruction obligatoire. (*Bull. communal de la ville de Liége.*)

Note sur les oscillations de l'écorce du globe. (*Compte rendu du Congrès des sciences géographiques, cosmographiques et commerciales d'Anvers*, t. I, 1872.)

De l'état des routes dans le pays de Liége depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. (Travail couronné, publié dans les *Mémoires de la Société libre d'Emulation de Liége*, nouvelle série, t, IV, 1872.)

De la cartographie minière. (*Ann. des Travaux publics.* Bruxelles, 1874.)

Carte générale des mines (bassin houiller de Liége) exécutée par ordre du Gouvernement sous la direction de M. V. Flamache, avec la coopération de M. R. Malherbe, etc., etc. Cinq feuilles à l'échelle 1 : 20000. (*Institut cartographique militaire.* Bruxelles, 1878.)

Rapports sur les travaux de la Société d'Emulation. (*Mémoires de la Société libre d'Emulation de Liége*, t. IV, 1872; t. V, 1875; t. VI, 1881; t. VII, 1885; t. VIII, 1889.)

Le secrétaire général donne lecture : 1° d'une lettre de M. le président de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, annonçant le décès de M. le général Liagre, secrétaire perpétuel de l'Académie ; 2° d'une lettre de la Société de Borda, annonçant le décès de M. M. du Boucher, l'un de ses présidents d'honneur. L'assemblée s'associe aux regrets exprimés.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la séance de janvier sont déposées sur le bureau. — Des remercîments sont votés aux donateurs.

DON D'AUTEUR.

E. *Hennequin.* — Discours prononcé aux funérailles du lieutenant-général Liagre, président d'honneur de la Société belge de géographie.

Catalogue de la bibliothèque du Dépôt de la guerre. Brux., 1847. (Don de M. *G. Dewalque.*)

Rapports. — Les rapports sur le mémoire de M. Stainier n'étant pas prêts, l'assemblée autorise le secrétaire général à envoyer ce travail à l'impression, sans attendre la séance de mars, si les conclusions des commissaires sont favorables.

Le secrétaire général donne quelques renseignements sur l'examen du mémoire de M. C. de Stefani par les commissaires.

Communications. — M. **J. Cornet** donne lecture du résumé d'un mémoire qu'il a rédigé en collaboration avec M. le prof. A. Renard : *De la nature et de l'origine du phosphate de chaux des environs de Mons* et que ce dernier a lu à l'Académie dans sa dernière séance. L'assemblée décide l'impression de ce travail dans la *Bibliographie.*

Le secrétaire général résume une note de **M. Alph. Erens**, exposant sommairement les résultats de ses *Recherches sur les formations diluviennes du sud des Pays-Bas*, faisant suite à celles qu'il a publiées dans le t. XVI de nos *Annales.*

L'impression dans la *Bibliographie* est votée.

M. C. Malaise dépose un exemplaire de sa note *Sur les graptolithes de Belgique.*

M. G. Cesàro fait ensuite les communications suivantes.

Sur le mode de formation de la barytine,

par G. Cesaro.

1° Dans la dernière séance j'ai communiqué à la Société les idées qui m'étaient suggérées par la présence simul-

tanée de la barytine et de la sidérose dans la limonite oolithique de Mont St-Martin. J'attribuais la formation de ces minéraux à l'action d'une solution de sulfate ferreux sur du carbonate barytique préexistant.

M. le professeur G. Dewalque m'a fait observer qu'une idée semblable avait été émise en 1852 dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (2e sér., t. IX, page 392). M. Delanoue attribue la formation de la barytine à l'action du sulfate *ferrique*, provenant de la décomposition des pyrites, sur des sels de baryum formés par des acides faibles, tels que le carbonate barytique.

Je ferai remarquer que l'idée de M. Delanoue n'est pas absolument identique à celle que j'ai émise : une solution de sulfate ferrique, agissant sur du carbonate barytique, engendrerait de l'hydroxyde ferrique, et il ne serait pas possible d'expliquer la présence de la sidérose; en outre, une solution ferrique serait décomposée à peu près avec la même facilité par les carbonates barytique et calcique; il serait donc difficile d'expliquer la disparition complète du premier en même temps que l'état absolument inaltéré du second [1]. C'est à cause de cela que j'ai admis que la solution réagissante était *ferreuse*.

Je signalerai ici une difficulté qui surgit si l'on veut admettre que la solution ferreuse provenait de l'oxydation des pyrites. En supposant l'oxygène non en excès, l'oxydation donnera lieu à une solution *ferreuse*, mais *acide*.

$$Fe\,S^2 + O^7 + H^2O = Fe\,SO^4 + H^2\,SO^4.$$

Il faudrait donc recourir à certaines hypothèses pour expliquer que cette solution ait pu venir réagir dans une cavité tapissée de cristaux de calcite sans les attaquer.

[1] J'ai prouvé, dans la dernière séance, que la barytine a été formée sur la calcite préexistante.

2° Je crois utile de citer ici un fait très remarquable et que je crois peu connu. M. Gorgeu a trouvé (*Bull. de la Société franç. de Min.*, tom. X, page 284) que les sulfates alcalino-terreux étaient très solubles dans plusieurs chlorures en fusion, et notamment dans les chlorures alcalins. Ainsi le chlorure sodique, au rouge cerise, dissout son poids de sulfate barytique et, au rouge orangé, le poids de la matière dissoute est plus d'une fois et demie celui du dissolvant. M. Gorgeu a obtenu ainsi des cristaux de barytine absolument identiques aux cristaux naturels.

Barytine aciculaire du Bleyberg,

par G. Cesaro.

Je présente à la Société un échantillon de sidérose brune du Bleyberg; dans les géodes, sur les cristaux de sidérose, on aperçoit des houppes radiées, formées d'aiguilles jaunâtres, ressemblant à de l'aragonite, de la céruse, ou de la pyromorphite. Ces houppes sont formées de barytine. C'est la première fois que je rencontre cette espèce minérale sous l'aspect que je signale.

Sur un minéral, provenant de Quenast, qui est probablement de l'adulaire,

par G. Cesaro.

Dans un échantillon de la collection universitaire, provenant de Quenast, sur de l'épidote, j'ai observé des croûtes cristallines, épaisses, formées de petits cristaux blanchâtres, qui rappellent à première vue, par leur éclat et par leur forme, l'adulaire du St-Gothard. Ces cristaux ont environ un millimètre de dimension moyenne ; leur forme est celle du prisme clinorhombique *pm*, portant

quelquefois une troncature sur l'angle a. J'ai pu mesurer approximativement (m et m' désignant les faces prismatiques antérieures) :

$$mm' = 60^\circ$$
$$mp = 67^\circ \text{ à } 68^\circ$$
$$m'p = 67^\circ \text{ à } 68^\circ;$$

Ce sont bien là les incidences caractéristiques du feldspath orthose.

Comme le degré de fusibilité m'a semblé anormal et qu'il ne m'a pas été possible de produire le clivage facile parallèle à p, il faudra recourir à une analyse pour décider si l'on a affaire à de l'adulaire ou bien à une pseudomorphose.

Les cristaux dont il s'agit sont postérieurs à l'épidote.

M. X. **Stainier** présente à l'assemblée de la dolomie carbonifère, de Dave, montrant de petits cristaux rouges qu'il croit être du cinabre. Il rappelle que M. G. Cesàro a observé, dans la dolomie devonienne de Rhisnes, des taches rouges microscopiques, dont la petitesse n'a pas permis la détermination : elles pourraient être dues au même minéral. M. G. Cesàro a bien voulu se charger d'étudier les propriétés de ce minéral de Dave.

La séance est levée à midi.

Séance du 15 *mars* 1891.

M. G. Cesaro, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

Le procès-verbal de la séance de février est approuvé.

M. le président proclame membre effectif :

M. Jowa (Léon), ingénieur, 149, rue Grétry, à Liége, présenté par MM. G. Dewalque et G. Cesàro.

Correspondance. — Le secrétaire général donne lecture :

1° D'une lettre de M. le Ministre de l'intérieur et de l'instruction publique, en date du 7 mars, faisant savoir que les nombreux engagements qui grèvent le crédit des lettres et des sciences, le mettent dans l'impossibilité d'accorder un subside à la Société.

2° D'une lettre du Collège des bourgmestre et échevins de Liége, transmettant à la Société le diplôme et la médaille d'or qu'elle a obtenus à l'Exposition universelle de Paris en 1889.

Le diplôme et la médaille (fac-simile) sont présentés à l'assemblée.

3° D'une lettre du Comité d'organisation, annonçant que l'Académie des sciences offrira une médaille à M. J. Stas, à l'occasion de son cinquantième anniversaire comme membre de la classe des sciences et exprimant le désir de voir les sociétés avec lesquelles elle est en relations, s'associer à cette manifestation par l'envoi d'adresses au jubilaire et par des souscriptions à la médaille.

4° D'une circulaire du Comité d'organisation de la Fédération archéologique et historique de Belgique, annonçant que la septième session du Congrès annuel se tiendra à Bruxelles, du 2 au 7 août prochain et invitant la Société à déléguer un de ses membres auprès du Congrès.

M. le professeur G. Dewalque, secrétaire général, est désigné en cette qualité.

Le prix de la souscription au congrès, donnant droit au compte rendu, est de cinq francs pour les membres des sociétés affiliées, au nombre desquelles est la Société géologique de Belgique.

5° De divers documents relatifs au cinquième Congrès

géologique international qui se tiendra à Washington (Etats-Unis), le 26 août prochain et jours suivants, sous la présidence de M. le prof. J.-S. Newberry.

La cotisation à payer par chaque souscripteur est de $2^1/_2$ dollars; elle donne droit au compte rendu et aux autres publications ordinaires du congrès.

(V. d'autres renseignements à la suite du présent procès-verbal.)

Ouvrages offerts. — De nombreuses publications sont parvenues, en dons ou en échanges, depuis la dernière séance; elles sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEUR.

A. Briart. Note sur une faune marine landenienne dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Liége, 1890.

J. Gosselet. Deux excursions dans le Hundsrück et le Taunus. Lille, 1890.

— Etude sur les travaux de Ch. Lory. Lille, 1890.

M. le professeur G. Dewalque fait hommage à la Société d'une publication qu'il destine à remplacer une nouvelle édition de son *Atlas de cristallographie*, qui est épuisé. Elle a pour titre : *Eléments de cristallographie. Deuxième partie (seule parue) : Description des systèmes cristallins*, avec 174 figures dans le texte. Cet ouvrage est destiné à l'enseignement : comme la description des formes cristallines est indépendante des théories cristallographiques, l'auteur espère qu'il pourra être également utile dans nos quatre universités.

Des remerciements sont votés à M. G. Dewalque.

Rapports. — 1° Il est donné lecture des rapports de MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et Ad. Firket

sur un mémoire de M. X. Stainier, relatif au *Poudingue de Burnot au bord septentrional du bassin de Namur.* Conformément aux conclusions des commissaires, l'assemblée décide que ce travail sera imprimé dans les *Mémoires* et il vote des remerciements à l'auteur.

M. G. Dewalque ne peut pourtant s'empêcher d'exprimer tous ses regrets de voir M. Stainier abandonner notre nomenclature pétrographique et parler de *grauwacke*, aussi bien que de schistes, de psammites et de grès. C'est là une importation étrangère que rien ne justifie, car ce mot fait certainement double emploi avec l'un ou l'autre des précédents.

2° Lecture ayant été donnée des rapports de MM. P. Cogels, baron O. van Ertborn et G. Dewalque sur un mémoire de M. le prof. C. de Stefani, intitulé : *Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée*, l'assemblée décide que ce grand travail sera inséré dans les *Mémoires*, que des remerciements seront adressés à l'auteur et que le rapport de M. Cogels sera publié dans le procès-verbal.

Voici ce rapport.

« Le très volumineux mémoire de M. de Stefani, intitulé : *Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée*, sur lequel la Société géologique nous a demandé un rapport, est écrit dans le but de démontrer que la plupart des géologues qui se sont occupés de la classification des terrains se sont mépris sur la valeur des caractères propres à fournir des éléments certains de détermination.

Le meilleur moyen de faire apprécier l'importance de ce travail nous a semblé d'en donner une analyse succincte.

L'auteur commence par rappeler que les caractères lithologiques ne fournissent tout au plus que des indices pour la bathymétrie et que l'étude de la faune ou la paléontologie reste donc pour le géologue le seul guide certain.

Il entre en conséquence dans des considérations assez étendues sur la distribution bathymétrique des mollusques et sur la nécessité de l'établissement de zones. Il adopte pour celles-ci la classification de Forbes, de Jeffreys, de Marion et du marquis de Monterosato et prend pour guide la distribution bathymétrique de la faune méditerranéenne, qui est la mieux connue. Pour en donner un exemple, il rappelle ses travaux avec M. Pantanelli sur le pliocène des environs de Sienne et la précision avec laquelle il a pu distinguer les diverses zones fossilifères, précision telle qu'il a pu conclure que, lorsqu'on passe d'une zone bathymétrique à une autre, non immédiatement contiguë, on n'y rencontre pas une seule espèce de mollusques sûrement identique. Il doit, ajoute-t-il, en être de même dans les mers actuelles. Cette absence de fossiles identiques, mal interprétée, engageait autrefois les géologues à conclure qu'il existait, entre des couches, une différence d'âge absolue, et c'est pourquoi l'on a distingué dans les terrains, dit-il, tant d'âges différents et supposés successifs. Or, l'auteur a constaté que les caractères fauniques d'une couche inférieure peuvent se rapprocher davantage de ceux de la faune actuelle que ceux de la couche qui la recouvre. Il donne comme exemple les couches d'eau saumâtre et entre à ce sujet dans d'intéressants détails sur la distribution des espèces littorales suivant le degré de salure des eaux.

Après ces préliminaires, M. C. de Stefani aborde l'étude du miocène de l'Italie. Procédant méthodiquement, il passe en revue l'état de la contrée, la distribution des couches avec leurs caractères lithologiques et il rectifie, suivant les principes qu'il a exposés, les erreurs d'interprétation des géologues qui ont étudié le pays. En résumé, il démontre que le Langhien, l'Helvétien, le Tortonien et le Messinien premier, sont tout simplement des zones

bathymétriques d'un seul et même terrain, se succédant dans un ordre variable selon les localités et ne répondant nullement à des étages qui se suivent d'une manière constante et générale.

Après avoir donné un tableau des couches fossilifères du miocène moyen de l'Apennin septentrional, il étudie ce terrain en Sicile, à Malte, etc., puis il s'occupe des faluns dans lesquels il voit de simples zones de profondeur différente, et des couches sarmatiennes pour lesquelles il reproduit, en y ajoutant des observations, la liste de fossiles publiée par M. Fuchs. Le chapitre se termine par une étude des limites de la Méditerranée pendant cette période.

Pour le miocène supérieur, M. de Stefani procède de la même manière. Il décrit les dépôts de cet âge en Italie, puis dans les contrées appartenant au bassin de la Méditerranée. Il trace ensuite les limites de cette mer, sans oublier d'exposer ce qui a trait à ses communications avec les autres mers.

Dans le cours de ses recherches, il est amené à étudier l'origine des gisements gypsifères. L'un des résultats généraux auxquels il parvient, est de le faire se prononcer contre l'établissement d'un étage mio-pliocène et contre la réunion de cet étage avec le miocène moyen et le pliocène dans un groupe néogène. Il se déclare également contre l'établissement de l'oligocène.

Le chapitre relatif au pliocène n'est pas moins détaillé que les précédents. Il contient une liste des mammifères du Val d'Arno et des considérations intéressantes sur la présence dans ce gisement du *Mastodon arvernensis* et de l'*Elephas meridionalis* qui semblent s'exclure partout ailleurs ou ne sont qu'exceptionnellement réunis. L'historique des subdivisions du pliocène que l'on trouve ensuite, et le tableau des zones bathymétriques accompagné des noms d'étage qu'on leur attribue sera fort utile à tous ceux qui

étudient le tertiaire. Pour les dépôts de cet âge, l'auteur, après avoir suivi la même marche que pour les dépôts miocènes, s'occupe très en détail des affinités de la faune pliocène avec la faune actuelle et finit par jeter un coup d'œil sur les dépôts pliocènes de la France, de la Belgique et de l'Angleterre. Peut-être faut-il regretter que ce qui concerne ces derniers pays soit si écourté. En résumé, l'auteur conclut qu'il y a plus de différence entre les faunes pliocènes de la Méditerranée et de la province Atlantique qu'entre leurs faunes actuelles.

Le post-pliocène inférieur est caractérisé, pour M. de Stefani, par des sables avec *Cyprina Islandica ;* le post-pliocène moyen l'est par le *Pecten pes lutræ.* A cet égard, il faut toutefois remarquer qu'une espèce, prise ici pour caractériser un niveau géologique, ne lui est pas spéciale, et qu'ainsi des dépôts avec *Cyprina Islandica* sont rapportés à l'horizon à *Pecten pes lutræ.* L'auteur conclut qu'une communication plus étendue que de nos jours existait à cette époque entre la Méditerranée et l'Atlantique, probablement à travers l'Afrique.

Un tableau général des terrains tertiaires supérieurs de la Méditerranée termine le mémoire de M. de Stefani.

Ce travail très considérable contient une quantité de renseignements précieux qu'une connaissance approfondie de la littérature du sujet a permis à l'auteur de prodiguer et dont il a eu soin d'indiquer scrupuleusement l'origine en note. On y trouve de nombreuses listes de fossiles et des discussions de questions pleines d'intérêt, dont nous avons mentionné quelques-unes dans le court exposé que nous venons de faire. Nous proposons en conséquence l'impression du mémoire de M. de Stefani et prions la Société de voter des remerciements à l'auteur pour l'envoi d'un travail si important. Nous nous permettrons cependant de dire que pour qu'il porte tous ses fruits il faudra

qu'il soit accompagné d'une table détaillée. Nous ne pouvons non plus nous empêcher de signaler l'omission de la mention de gisements tels que les sables à panopées et les sables à pétoncles d'Anvers, pour ne parler que de ceux-ci. Ce travail nous paraît devoir en attirer d'autres et marquera une étape bien déterminée dans l'histoire des progrès de la science. »

Communications. — Le secrétaire général donne lecture de la note suivante.

Observations au sujet du compte rendu de l'excursion de la Société dans la vallée de l'Orneau en 1889,

par V. Dormal, docteur en sciences.

Le tome XVII des *Annales* de notre Société vient de paraître. Ce volume renferme, présenté par M. Stainier, le « Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de Belgique, dans le Brabant méridional, du 7 au 10 septembre 1889. »

La deuxième journée de l'excursion a été consacrée à l'étude de la coupe de l'Orneau, sous la direction de M. G. Dewalque. On sait que cette coupe est devenue classique depuis les travaux publiés sur ces terrains par MM. Gosselet, G. Dewalque, Malaise, de Dorlodot et moi-même.

Les couches qui affleurent sur les rives de l'Orneau ayant été étudiées très soigneusement par ces auteurs, on aurait pu s'attendre à des données d'une précision plus grande que ce qui se trouve dans le compte rendu (p. 42 et suiv.).

En 1888, j'avais donné une description de cette coupe aussi complète que possible, pour ce qui regarde le devonien, dans mon travail intitulé : Contribution à l'étude

du système devonien dans le bassin de Namur [1].

Cette description du compte rendu ne me paraît pas très exacte. Ainsi dans la grande carrière d'Alvaux, on ne signale que du calcaire et des schistes.

Dans mon travail (cf. p. 95), je signale la succession suivante :

1° Calcaire ;
2° Roches argileuses et quartzeuses ;
3° Calschistes ;
4° Calcaire.

Un peu plus bas on lit : « Entre les bancs calcareux, on observe des lits d'un schiste terreux, présentant de nombreuses empreintes végétales, ainsi que d'abondants restes de poissons signalés depuis plusieurs années par M. G. Dewalque : *Dipterus*, *Coccosteus*, etc., malheureusement en fort mauvais état. »

Malgré toutes mes recherches, je n'ai pu trouver dans quel ouvrage M. Dewalque avait signalé ces débris de poissons ; je crois être le premier qui ait signalé les débris en question et je me crois en droit de réclamer la priorité de cette découverte [2].

D'autre part, les meilleurs débris de poissons ne viennent pas des couches schisteuses, mais principalement des bancs massifs.

L'auteur constate l'absence de fossiles dans les roches

(1) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XV, p. 88 et suiv.

(2) V. Dormal. Note sur des poissons devoniens dans le bassin de Namur. *Bulletin des séances de la Société malacologique de Belgique*, t. XXVII.

V. Dormal. Contribution à l'étude du système dévonien dans le bassin de Namur. *Annales de la Soc. géol. de Belgique*. Mémoires, t. XV.

C. Malaise. Sur la découverte de poissons dévoniens dans le bassin de Namur. *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 3e série, t. XIV, n° 12.

rouges. J'ai annoncé la présence du *Spirifer disjunctus, var. Archiaci*, à la partie supérieure de ces roches dans la vallée de l'Orneau (*L. cit.*, p. 100).

J'ai aussi signalé dans les mêmes couches, à Sombreffe, la présence d'un *Gomphoceras* à l'état de moule; il paraît être le même que celui que l'on trouve dans la carrière de calcaire au hameau du Docq, à Sombreffe.

J'ai dit, en parlant des schistes et dolomies de Bovesse, que les calcaires et dolomies ne forment pas de couches constantes au sein des schistes, mais se présentent sous forme de petits monticules entourés de schistes de tous côtés.

Quant au marbre noir de Golzinne, j'ai constaté qu'il existe à plusieurs niveaux, dont l'un est caractérisé par l'abondance extrême de *Lingula subparallela*.

Cette lecture donne lieu à diverses observations.

M. **X. Stainier** fait remarquer qu'il n'avait pas à analyser toute la littérature relative aux terrains visités par la Société, mais à rendre compte de ce qui s'est passé lors de l'excursion, et il croit l'avoir fait correctement. S'il a parlé des poissons fossiles trouvés en premier lieu par M. le prof. G. Dewalque, c'est parce qu'il savait personnellement que ce dernier appelait l'attention de ses élèves sur ce point, lorsqu'il voyait avec eux la coupe de l'Orneau. Il s'étonne que M. Dormal l'ignore.

M. **M. Lohest** a pris part à une telle excursion, il y a une dizaine d'années, et il se rappelle d'autant mieux les observations de M. G. Dewalque que, quelques années plus tard, devenu assistant de géologie, il a été chargé par le professeur de se rendre à Alvaux, conjointement avec M. P. Destinez, à la recherche de fossiles mieux conservés que les débris observés par M. G. Dewalque.

M. **G. Dewalque.** Comme les restes de poissons ne sont pas rares dans le calcaire d'Alvaux, et comme je fais

la coupe de l'Orneau chaque année avec mes élèves, on ne s'étonnera pas si je dis que je les y connais depuis longtemps. En fait, pourtant, je n'ai rien publié à ce sujet; M. Dormal a donc la priorité.

La mission que j'avais confiée à MM. Lohest et Destinez m'avait été suggérée par les résultats si remarquables de leurs patientes recherches dans les psammites du Condroz. Malheureusement, ils n'ont rien trouvé à Alvaux qui fût spécifiquement déterminable.

J'aurais cru M. Dormal au courant de la situation. Il faut pourtant remarquer que, dans les excursions, les élèves ne sont pas toujours aux côtés du professeur; M. Dormal a pu ignorer ce que j'ai dit lors de l'excursion que j'ai faite au temps où il suivait mon cours. Lorsqu'il nous a présenté le mémoire sur lequel il s'appuie pour réclamer la priorité, il m'a déclaré qu'il ignorait ma découverte. Je l'ai cru et je me suis tu. Il m'a même cédé ses échantillons : ils portent des étiquettes génériques, d'une écriture anglaise incontestable, confirmant ce que dit l'auteur, qu'il en doit la détermination à un savant anglais. Je me proposais de les montrer à l'assemblée. Je les croyais dans ma collection, mais ils sont dans celles de l'Université, où chacun peut les voir.

M. **V. Dormal**, qui n'a pu assister à la séance, a fait parvenir, pour la séance d'avril, la réponse suivante dont l'assemblée a ordonné l'insertion ici.

« Lorsque je suivais les cours de M. G. Dewalque, je n'ai point pris part à l'excursion qu'il a dirigée dans la vallée de l'Orneau ; je n'ai pu savoir s'il avait trouvé des poissons à Alvaux. »

« La première fois que je visitai la vallée de l'Orneau, j'étais en compagnie de M. Malaise. Je pris date pour ma découverte par un pli cacheté, déposé à l'Académie le

4 juin 1887 et intitulé : *Sur la faune dévonienne du bassin de Namur*. Plus tard, M. G. Dewalque m'écrivit qu'il avait trouvé depuis longtemps des débris de poissons à Alvaux : je ne le conteste pas, mais je tiens à affirmer que mes recherches ont été faites sans que je fusse au courant de la découverte de M. G. Dewalque. »

Deux fossiles nouveaux du dévonien de l'Orneau,

par G. Dewalque.

Comme il pourrait m'arriver d'indiquer certains fossiles comme découverts par moi, par la raison que je les ai trouvés depuis longtemps et que j'aurais oublié qu'un autre géologue les a mentionnés depuis lors, je désire me prémunir contre un tel désagrément en mettant sous les yeux de l'assemblée deux échantillons qui viennent de la région dont il vient d'être question.

Il s'agit de deux polypiers, rencontrés dans deux formations réputées sans fossiles. L'une, probablement *Cyathophyllum cæspitosum* Goldf., a été trouvée dans l'îlot de dolomie, dite de Bovesse, que nous avons visité à proximité de l'Orneau. L'autre, *Cyathophyllum* indéterminable, je pense, se trouve dans une tranche de marbre noir de Golzinne, provenant de la carrière qui se trouve sur la rive droite de l'Orneau, à Mazy.

M. **X. Stainier** lit la note suivante.

Découverte du cinabre en Belgique,

par X. Stainier, Dr en sciences naturelles.

A la dernière séance, j'annonçais que j'avais découvert dans la dolomie, à Dave, des cristaux d'un beau rouge que je croyais être du cinabre. Je rappelais également que M.

G. Cesàro avait jadis signalé, dans la dolomie devonienne de Rhisnes, des taches rouges dont la petitesse avait empêché la détermination et qui pourraient bien se rapporter au même minéral. Les recherches de M. G. Cesàro ayant démontré que le minéral de Dave était bien du cinabre, je crois utile de donner une description détaillée du gisement.

A environ 400 m. au nord de la gare de Dave commence, sur la rive droite de la Meuse, un magnifique rocher de plus de 500 m. de longueur et qui porte le nom de rocher de Naviau. Il est entièrement formé de dolomie de l'étage inférieur de l'assise carbonifère de Visé.

Au premier abord, lorsqu'on se trouve en présence de ces rochers, on a l'attention attirée par une série de joints, simulant à s'y méprendre des joints de stratification. Ils sont verticaux, parallèles et dirigés N.E. Cette direction est absolument anormale dans la région et on serait conduit, en l'adoptant, à attribuer à l'assise dolomitique une épaisseur colossale. En examinant avec plus de soin, surtout vers le S. de l'affleurement, on remarque un autre système de joints moins bien marqués, incliné au S.O. et dirigé E-25° S. Cette direction est presque parallèle à celle de la route, ce qui fait que ce système de joints est peu visible. Ce sont là les vrais joints de stratification.

J'ai trouvé le cinabre dans un bloc de plusieurs décimètres cubes, gisant au pied d'une roche à pic et inaccessible, ce qui malheureusement ne m'a pas permis de trouver le minéral *in situ*.

En cet endroit, la dolomie qui forme le rocher est remplie d'articles de crinoïdes, ce qui indique que l'on est en présence du niveau le plus inférieur de l'assise dolomitique carbonifère.

Je rappellerai en passant qu'il n'y a pas, aux environs de Namur, d'affleurements de cette dolomie à crinoïdes où l'on

ne rencontre des filons métallifères (pyrite, galène, limonite).

Le bloc de dolomie dans lequel j'ai rencontré le cinabre présente un aspect un peu différent de la dolomie à crinoïdes voisine.

La roche est plus imprégnée de silice et traversée en tous sens de filonnets de calcite, fait peu commun dans les dolomies carbonifères de la région et qui me porte à croire que la présence du mercure, de la pyrite et de la calcite dans cette roche a une origine filonienne.

La pyrite sous forme de cubes est commune dans la roche métallifère et il est un fait à remarquer, c'est que la pyrite se trouve dans presque tous les gîtes de mercure et que c'est pour ainsi dire le seul minéral accompagnant le cinabre.

Le cinabre se présente dans la roche métallifère sous plusieurs aspects différents.

Tantôt il se trouve sous formes de cristaux d'un beau rouge rubis et d'un éclat adamantin, entièrement enclavé dans les veines de calcite; parfois, mais rarement, il forme des cristaux isolés dans des géodes de calcite.

Le plus souvent, il tapisse les joints de la roche, sous forme de taches rouge cochenille ou noir métallique et on remarque qu'il se présente parfois alors en petites taches rondes, fibro-radiées.

Lipold décrit [1] un gisement de cinabre près de Santa-Anna dans la vallée de Laibel, qui se trouve dans les mêmes conditions.

Le cinabre, en effet, s'y présente dans des calcaires carbonifères, tantôt disséminé dans des veines de calcite, tantôt en poches, mais le plus souvent remplissant des fissures de stratification.

[1] *Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen in Œsterreich*, 1855 et 1882.

Les gîtes de mercure du Palatinat sont également en filons dans des roches carbonifères (houiller).

Le même membre présente ensuite à l'assemblée un échantillon de limonite concrétionnée, au sujet de laquelle il soumet les observations suivantes.

Concrétions ferrugineuses des psammites du Condroz,

par X. Stainier, docteur en sciences naturelles.

Les travaux en cours d'exécution pour l'érection du fort de Dave sont entièrement localisés sur les psammites du Condroz et ils ont mis à nu une belle coupe de ce terrain. On y a découvert un banc de psammite renfermant, au plein milieu de la roche, de curieuses concrétions. Leur forme est sphérique ou sphéroïdale et leur dimension varie de la grosseur du poing à celle de la tête. Lorsqu'on les brise, on constate qu'elles sont creuses et remplies, tantôt de matières pulvérulentes sableuses, tantôt d'argile verdâtre, onctueuse et fine. La surface des cavités internes est, tantôt mamelonnée, tantôt hérissée de protubérances allongées, aux formes les plus bizarres. Dans certaines concrétions, la géode interne était vide et alors la surface interne était revêtue d'une couche rouge, paraissant être de l'oligiste.

La croûte des concrétions est formée d'une couche de limonite brun foncé, très dure et très dense et paraissant être d'une grande pureté.

Les concrétions ressemblent beaucoup à certaines concrétions ferrugineuses que l'on rencontre dans certains de nos étages tertiaires, dans le diestien, par exemple.

Les psammites en question ne sont d'ailleurs qu'un sable micacé, consolidé ultérieurement et qui peut très bien s'être déposé dans les mêmes conditions que nos formations tertiaires.

Enfin, M. Stainier donne lecture des notes suivantes, dont l'assemblée décide l'impression dans les *Mémoires* : *Limite de l'ahrien et du burnotien sur le littoral du Condroz; le poudingue de Naninne à Strud et à Dave; les failles de Samson; le terrain houiller à Salzinnes; le grès blanc de Maizeroul.*

Après la lecture du premier de ces mémoires, M. **M. Lohest** fait observer que, lors d'une excursion faite avec M. G. Dewalque aux environs de Dinant, il lui avait demandé, à propos des conglomérats à noyaux schisteux de la partie supérieure des psammites du Condroz, si la présence de noyaux de schistes dans ces conglomérats ne prouvait pas que les schistes famenniens étaient déjà consolidés lors du dépôt des roches de l'assise d'Evieux. M. Dewalque lui avait répondu que les noyaux schisteux pouvaient bien avoir été simplement des morceaux d'argile englobés dans des sables. L'étude des dépôts tertiaires et modernes démontre, en effet, que les sables englobent souvent de petits noyaux d'argile. Dans la suite, ces sables devenant des grès, les parties argileuses deviendraient du schiste. M. Lohest se rallie complètement à cette opinion, qui lui paraît très importante. Si l'on admet, en effet, que de grandes masses d'argile sont devenues des schistes, puis des phyllades, sous l'influence des forces créées par la contraction de l'écorce du globe, on admettra également que le même métamorphisme ait pu s'effectuer sur des fragments d'argile ou de schiste mélangés à du sable ou à des cailloux.

M. **G. Dewalque** rappelle que, en 1862, lors de la session extraordinaire de la Société géologique de France dans notre pays, on observa à Lustin des noyaux ou fragments schisteux rouges dans certaines couches du poudingue de Burnot et qu'on les considéra comme indiquant que les couches de schiste rouge de cette formation étaient déjà à

l'état schisteux lorsque les conglomérats qui les renferment se sont produits, c'est-à-dire après un espace de temps relativement fort court. Des noyaux analogues se rencontrent dans divers grès rhénans et peuvent être interprétés de même. Bientôt, néanmoins, M. G. Dewalque reconnut que cette interprétation n'est pas nécessaire et il en arriva à admettre plutôt que ces noyaux n'ont été d'abord que des paquets d'argile roulés. La même manière de voir s'applique aux couches dont il s'agit en ce moment.

M. G. Cesàro lit les deux notes suivantes :

Adulaire de Quenast,

par G. Cesaro.

J'ai parlé, dans la dernière séance, de certains cristaux observés sur l'épidote de Quenast, cristaux présentant la forme caractéristique et l'éclat de l'adulaire du St-Gothard. L'analyse a confirmé mes prévisions. Voici les résultats que j'ai obtenus, comparés à ceux qui se rapportent à l'orthose normal : $Al^2 K^2 (Si^3 O^8)^2$. La prise d'essai était de 0^{gr}, 184.

Adulaire de Quenast.	Orthose normal.
SiO^2 — 0,117	0,119
Al^2O^3 — 0,033	0,034
K^2O — 0,028	0,031
0,178	0,184

Les cristaux ont rarement plus d'un millimètre de dimension maxima ; les plus grands sont allongés suivant l'axe vertical ; ils sont incolores, translucides et possèdent l'éclat *sui generis* de l'adulaire, éclat plus doux que l'éclat vitreux. Je suis parvenu à produire le clivage *p* sur quelques-uns de ces cristaux ; ce clivage ne présente pas de stries parallèles au plan de symétrie : l'espèce est donc

bien le feldspath potassique monoclinique. La forme est le prisme m modifié par p et a^1 ; l'une des faces modifiantes manque presque toujours. Il est difficile de décider si la face qui termine d'ordinaire les cristaux est p ou a^1 ; on sait, en effet, que ces faces sont à peu près également inclinées sur la verticale ($p\ h^1 = 63° 53'$, $a^1\ h^1 = 65° 47'$) : le solide $m\ p$ paraît identique, à l'œil, au solide $m\ a^1$ [1]; ce n'est que par le parallélisme du clivage facile et de la face p que l'on peut parvenir à les distinguer. D'après les quelques essais que j'ai réussis, contrairement à ce qui arrive au St-Gothard, c'est la face p qui paraît être la terminaison ordinaire de l'adulaire de Quenast. Sur un très petit cristal isolé, implanté sur un cristal d'épidote, j'ai observé l'égal développement de p et de a^1, donnant au solide l'aspect orthorhombique.

On observe, entre les cristaux, de petites écailles vert jaunâtre, qui, par calcination, deviennent noires et attirables à l'aimant ; elles sont constituées de chlorite proprement dite.

La prehnite de Quenast,

par G. Cesaro .

Sur un échantillon provenant de Quenast, cédé depuis peu par M. Max. Lohest à la collection universitaire, j'ai remarqué des demi-sphères blanches, formées de cristaux fibro-lamellaires. Au chalumeau, la matière se boursoufle et fond très facilement en globule verdâtre, translucide. Elle raie fortement la fluorine ; sa dureté

[1] Ainsi les beaux cristaux simples de Maderanerthal ont l'aspect du prisme primitif $m\ p$ et l'on est tenté de leur donner une telle orientation ; mais le clivage qui se produit sur l'angle terminal aigu, et qui s'incline sur la verticale en sens inverse de la face terminale, indique que la notation est $m\ a^1$.

est égale ou un peu supérieure à 6 ; elle est attaquable par les acides avec dépôt de silice pulvérulente, l'attaque étant plus facile après fusion ; elle dégage de l'eau par l'action de la chaleur. Ces caractères sont à peu près tous communs à la prehnite et à la zoïsite [1] ; seulement celle-ci n'est attaquée par les acides qu'après calcination.

L'analyse a montré que les demi-sphères dont il s'agit sont formées de prehnite. Pour 0gr,3 de matière, on a trouvé une perte par calcination de 0gr,016. L'analyse de la matière calcinée, faite sur 0gr,158, m'a donné :

SiO^2	0gr,073
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	0gr,048
CaO	0gr,042
	0gr,163

Voici les résultats obtenus en remontant à la matière non calcinée, comparés à ceux des analyses citées par M. Des Cloizeaux (p. 432).

	Prehnite de Quenast.	Prehnite d'autres localités
SiO^2.	43,7	42,5 à 44,7
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$ . . .	28,8	25 „ 30,5
CaO.	25,2	22,3 „ 27
H^2O.	5,3	4 „ 6
	103	

Ayant parlé de ma trouvaille à M. Destinez, notre confrère, après quelques recherches, a trouvé un échantillon semblable dans une collection dont M. le professeur J. Fraipont vient de faire acquisition.

M. Destinez a fait plusieurs préparations qui m'ont permis de déterminer quelques propriétés optiques de la

[1] Quoique la zoïsite soit considérée comme un silicate anhydre, elle contient toujours de 2 à 3 % d'eau (voir Des Cloizeaux, *Minéralogie*, p. 240).

substance. En lumière parallèle, on obtient de vives couleurs de polarisation ; les cristaux dont les globules sont formés paraissent être enchevêtrés irrégulièrement. Cependant, en lumière convergente, on aperçoit dans toutes les plages la figure d'interférence plus ou moins complète; ordinairement on ne voit que quelques fragments d'anneaux isochromatiques ; dans une plage, j'ai aperçu des anneaux circulaires traversés par la barre noire ; dans une autre, approximativement perpendiculaire à la bissectrice, j'ai aperçu les pôles des deux axes et les hyperboles : dans cette plage, j'ai pu constater que la bissectrice est *positive* et que l'angle apparent des axes optiques est environ 2E = 59°.

On sait que l'angle des axes optiques est très variable dans les prehnites de différentes localités. Dans celles du Dauphiné et des Pyrénées, l'angle apparent est de 122° à 129° (Des Cloizeaux, *loc. cit.*), tandis que la prehnite du Connecticut, dans les plages normales, donne un angle de 48° à 54°. On voit que la prehnite de Quenast se rapproche de cette dernière.

Les globules de la prehnite de Quenast contiennent presque toujours à l'intérieur de jolis petits cristaux d'épidote extrêmement déliés et souvent parfaitement terminés ; l'axe d'allongement de ces cristaux, qui est donc l'axe de symétrie, paraît approximativement dirigé suivant un rayon de la demi-sphère de prehnite. Dans une des préparations faites par M. Destinez, on aperçoit au centre de la section, faite dans le globule, un hexagone sensiblement régulier, à peu près éteint dans tous les azimuts en lumière parallèle, et présentant la croix noire, presque centrée, en lumière convergente ; le signe de la double réfraction est positif; je pense que c'est une section faite à peu près perpendiculairement à l'axe dans un cristal de quartz : effectivement, après quelques

recherches, j'ai trouvé sur mon échantillon, une demi-sphère de prehnite contenant à l'intérieur un petit cristal de quartz.

M. G. Dewalque présente une série de fossiles, au sujet desquels il fait la communication suivante :

Sur quelques fossiles des ardoises de Warmifontaine (Neufchâteau),

par G. Dewalque.

J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'assemblée un certain nombre de fossiles provenant des ardoisières de Warmifontaine, près de Neufchâteau (Luxembourg). Ils appartiennent à M. L. Heuseux, ingénieur à Pâturages, qui a bien voulu me les communiquer.

Au premier rang, je présente plusieurs exemplaires d'un bivalve que je n'avais pas encore rencontré, et deux trilobites, sur lesquels j'ai voulu avoir l'opinion de notre savant confrère, M. le prof. A. von Koenen, qui me les a renvoyés avec les déterminations que voici : *Homalonotus, cf. multicostatus*, Koch; *Phacops cf. Ferdinandi*, Kays. et *Panenka sp. aff. bellistriatæ*, Kays. Viennent ensuite de nombreuses impressions contournées, rappelant les *cauda galli* de l'Amérique du Nord, et que je considère comme des articles thoraciques de *Homalonotus*. Avec toute l'hésitation que commandent de tels fossiles, ils me semblent pouvoir se rapporter, très dubitativement, à trois espèces, *H. armatus*, *H. crebrosus*, *H. multicostatus*, Koch.

Je possède encore de nombreux fossiles de cette bande, notamment *Orthoceras sp.* et *Petraïa ? sp.*; ce dernier se trouve dans quelques collections sous le nom de *Cyathophyllum primigenium*, Stein., que je crois être une autre espèce. J'avais espéré pouvoir en faire une revision pour cette note, mais le temps m'a fait défaut.

A. Dumont a hésité sur la position de cette assise ardoisière : après en avoir fait du taunusien supérieur, il l'a rangée dans son hundsruckien. J'ai partagé longtemps cette manière de voir; à la suite des travaux de M. J. Gosselet, j'ai changé d'opinion. Je crois aujourd'hui qu'il faut les rapporter au taunusien supérieur, dont mon savant collègue de Lille a fait ses schistes d'Alle.

M. **M. Lohest** fait une communication orale, qu'il représentera pour les *Mémoires*, sur l'importance qu'on peut attribuer à l'altitude de la craie dans la recherche des gisements de phosphate de chaux.

La séance est levée à une heure.

Séance du 19 *avril* 1891.

M. G. Cesaro, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à 11 heures.

Le procès-verbal de la séance du 15 mars est approuvé.

Une note de M. Cesàro sur la prehnite, envoyée par mégarde aux *Mémoires*, y sera intercalée.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

Marcel De Puydt. Un village préhistorique en Hesbaye. (Soc. d'Anthropologie de Bruxelles. Mars 1890.)

Dr Peterman. L'analyse du sol. Méthode suivie à la station agronomique de l'État à Gembloux. Bruxelles, Mayolez, 1891.

Communications. — M. X. Stainier donne lecture des notices suivantes.

Les carrières de calcaire dévonien de Rhisnes.

par X. Stainier, Dr en sciences naturelles.

Ayant eu récemment l'occasion d'étudier, au point de vue stratigraphique, les grandes carrières de Rhisnes, j'ai été frappé de voir les nombreuses failles qui sillonnent ces carrières. Or, comme on le sait, les carrières de Rhisnes sont le type d'une assise dite « les calcaires noduleux de Rhisnes ». Actuellement, par suite des progrès de l'exploitation et à cause des failles qui sillonnent les carrières, il y a trois niveaux visibles de calcaire noduleux d'âge différent. Je crois donc utile de donner une description détaillée de ces carrières, des roches et des accidents stratigraphiques qui s'y rencontrent.

Les carrières sont au nombre de trois : une à l'E. du chemin de fer, que nous appellerons « grande carrière » et deux à l'O. du chemin de fer. La plus méridionale de celles-ci, la seule en activité aujourd'hui, est exploitée pour faire de la chaux : nous l'appellerons « petite carrière »; quant à la troisième où l'on exploite du marbre noir, nous l'appellerons « carrière de marbre » et nous y distinguerons une « ancienne carrière » située contre le chemin de fer, un « couloir » donnant accès dans la « nouvelle carrière ».

Grande carrière. — En se portant à l'extrémité orientale de cette longue excavation, on voit que les travaux y ont été arrêtés à une faille dont la lèvre E. est constituée par des roches particulières. Vers le bas, ce sont des schistes

noirs, charbonneux, grossiers, avec rognons de calcaire noir ; plus haut, ce sont des schistes terreux, jaunâtres, avec rognons de calcaire impur.

On y trouve abondamment : *Aviculopecten Neptuni* et *Spirifer Bouchardi*. Ce sont donc bien les roches de l'assise de Bovesse. De nombreux puits creusés dans la campagne voisine, par le propriétaire des carrières, ont rencontré partout les mêmes roches.

La première faille dont nous venons de parler est inclinée au S.O. de 75° et dirigée E-45°-S. Au S. de cette faille et dans toute l'étendue de la grande carrière, on trouve les roches suivantes, qui ont été exploitées pour chaux hydraulique et qui ont servi de type à l'assise des calcaires de Rhisnes

Ces roches sont de bas en haut :

a. Calschiste noduleux, terreux, retenant l'eau et qui forme, je crois, la partie tout à fait supérieure de l'assise de Bovesse. C'est ce banc qui constitue le plancher de la carrière.

b. Calcaire noir fossilifère, 3 m. (*Spirifer disjunctus*).

c. Banc de 1 m. 25 de calcaire impur, rempli de géodes à cristaux. Il peut se suivre dans toute la carrière ; c'est lui qui a fourni bon nombre des beaux cristaux décrits par M. G. Cesàro.

d. Alternance de petits bancs de calcaire noir terne et de bancs de calschiste parfois fissile comme des ardoises, 12 m. environ.

e. Gros bancs de calcaire à structure noduleuse, très fossilifère (*Spirifer disjunctus*). Par suite du pendage général vers le Sud, ces roches ne sont visibles que près du chemin de fer et surtout dans la tranchée de la voie de raccordement.

Il y a dans cette grande carrière trois rejets peu importants, ayant produit tous trois un abaissement de 1 m. 50 de la lèvre E. par rapport à l'autre lèvre des rejets.

Les travaux d'exploitation ayant été transférés du côté O. du chemin de fer, on creusa sous celui-ci un tunnel. Or, au milieu de ce souterrain et juste sous la voie ferrée, on rencontra une faille du côté O. de laquelle on découvrit le marbre noir de Golzinne, dont la présence n'était pas soupçonnée dans la localité. On ouvrit alors la carrière de marbre que j'ai appelée « *carrière ancienne* ». Aujourd'hui les déblais en cachent complètement la coupe. Les roches y sont inclinées au S. de 25° et dirigées E.-O. Quant à la faille du tunnel, elle incline à l'O. de 75°.

Après s'être avancés d'environ 40 m. vers l'O. dans la «*carrière ancienne*», les travaux d'exploitation de marbre vinrent buter contre une faille inclinée à l'E. Elle n'est plus visible aujourd'hui, mais m'a été renseignée par le directeur de la carrière.

Ayant reconnu que le marbre s'était relevé au delà de la faille, on creusa alors le couloir qui montre les roches suivantes à l'endroit où il commence dans la « *carrière ancienne* ».

Vers le bas, calcaire noir à texture de marbre.

Plus haut, il alterne avec des couches de calschiste et de calcaire impur parfois un peu noduleux. C'est là la zone de passage entre l'assise de Golzinne et celle de Fanué. La direction des roches est E.-40°-S, inclinaison S. O. = 20°.

Dans le « couloir » même, on remarque encore une faille dirigée N.-S. et inclinée E. = 55° et au delà de laquelle les roches sont encore relevées, ce qui fait que l'on observe la coupe suivante de bas en haut :

(*a*.) Calschistes noirâtres $2^m,50$.

(*b*.) Calcaire noir cristallin $0^m,60$.

(*c*.) Calschiste noirâtre 2^m.

(*d*.) Marbre noir de Golzinne 4^m, exploité dans la « *carrière nouvelle* ».

(*e*.) Banc de dolomie noirâtre $1^m,25$ [1].

(*f*.) Calcaire noir à texture de marbre 4^m.

(*g*.) Même calcaire alternant avec des couches de calschiste.

Dans la « Carrière nouvelle », on voit un petit rejet de $1^m,50$ dirigé E.-O. et incliné au Sud de 65°.

Petite carrière. Sur la paroi septentrionale de cette carrière, on voit une faille dirigée N.-S. et inclinée à l'E. de 55°. J'ai tout lieu de croire que c'est le prolongement vers le Sud de la faille que j'ai signalée plus haut comme m'ayant été renseignée par le directeur de la carrière.

A l'est de la faille, on observe de bas en haut les roches suivantes : calcaire noir en gros bancs, à cassure irrégulière, avec lamelles de crinoïdes et *Spirifer disjunctus*.

Plus haut, on voit apparaître des bancs plus schisteux, puis des schistes terreux à nodules calcaires très fossilifères. Le tout forme la partie supérieure de l'assise de Fanué et se retrouve à Emines Daussoulx et Marchovelette avec les mêmes caractères. Dans toutes ces localités, les gros bancs inférieurs sont recherchés pour la taille.

A l'ouest de la faille, on rencontre les roches suivantes de bas en haut :

Calcaire à cassure conchoïde, homogène ;

Calcaire impur, noirâtre, avec lamelles de crinoïdes ;

Calcaire cristallin dolomitique ;

Calcaire à aspect noduleux, parfois caverneux, avec calschiste interstratifié.

Tout cet ensemble constitue la partie inférieure de l'assise de Fanué. Les bancs à cassure conchoïde du bas présentent une certaine analogie avec les calcaires à texture marmoréenne qui surmontent le marbre de Golzinne,

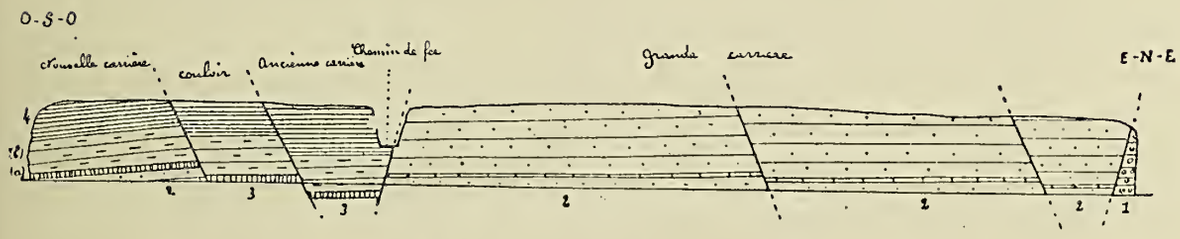
[1] Ce banc de dolomie existe à Golzinne dans la même position au-dessus du marbre noir.

aussi il est probable que celui-ci ne se trouve pas à une grande profondeur sous ces roches.

Les travaux de cette carrière, en se développant vers le N.-O.,doivent, rencontrer bientôt la faille que l'on voit dans le couloir et au delà de laquelle on retrouvera l'assise de Golzinne.

En réunissant les données fournies par l'étude de ces carrières on peut, je crois, dresser le schema suivant, indiquant la disposition générale des assises devoniennes à Rhisnes :

Coupe E.N.E à O S.O passant par la grande carrière et la nouvelle carrière de marbre.



1. *Assise de Bovesse.* — Schistes et nodules calcaires à *Aviculopecten Neptuni.*

2. *Assise de Rhisnes.* — Banc à cristaux de calcite. Calcaire et calschiste fissile. Calcaire noduleux.

3. *Assise de Golzinne.* — *a.* marbre noir. *b.* calcaire-marbre et calschistes.

4. *Assise de Fanué.*

En examinant le schéma ci-dessus, on voit aisément qu'il y a dans les carrières de Rhisnes deux sortes de failles.

Les premières inclinent au N.E. Il y en a deux principales et deux de moindre importance. Dans toutes les quatre, la lèvre N.-E. de la faille est abaissée par rapport à l'autre.

Les secondes inclinent au S.O. Il y en a deux. Elles sont toutes deux importantes et leur lèvre N.E. est relevée par rapport à l'autre.

Anthracite et blende dans les calcaires devoniens de Rhisnes et de Bovesse,

par X. Stainier, Dr en sciences naturelles.

Anthracite. - J'ai récemment observé que l'on trouvait, dans les grandes carrières de Rhisnes, de l'anthracite en tout semblable à celle qui se rencontre dans le calcaire carbonifère à Visé. Cette anthracite se trouve dans la grande carrière à l'est du chemin de fer, dans des lits de calschiste noir très fissile interstratifié dans les bancs de calcaire à chaux hydraulique. Elle se présente sous forme de petites masses noires, brillantes, dures, à cassure conchoïde et à surface extérieure mamelonnée.

Elle est généralement localisée dans les joints de stratification, plus rarement dans des fentes du calschiste.

Blende. — Dans le talus du chemin creux qui longe au Nord la ferme et distillerie Severin, à Bovesse, s'observe un affleurement de calcaire impur, passant au macigno et renfermant de nombreux articles de crinoïdes. Ce calcaire est tout à fait à la base de l'assise de Bovesse et au voisinage du contact de cette assise avec les roches rouges de Mazy, qui ont été exploitées pour pavés dans le bosquet voisin de la ferme.

On observe fréquemment dans ces calcaires à crinoïdes de la blende en cristaux translucides, jaune colophane, présentant en un mot tout à fait l'aspect de la variété dite « blende des Asturies ». Cette dernière se trouve également, comme on le sait, dans le calcaire des Picos de Europa.

J'ai également trouvé dans les calcaires dévoniens de la même assise de Bovesse, à *Aviculopecten neptuni*, de la blende en petits cristaux noirs, dans une carrière sur la rive droite du ruisseau de St-Lambert à Trieu-de-Frènes (Emines).

M. le capitaine É. Delvaux a fait parvenir une note *sur un nouveau terme du quaternaire.* Ce travail est renvoyé à l'examen de MM. Dewalque, A. Briart et A. Firket et le secrétaire général est autorisé à le donner à l'impression, si les rapports des commissaires sont favorables.

M. M. Lohest donne lecture d'une note sur les *conglomérats à noyaux schisteux des psammites du Condroz.* Elle paraîtra dans les *Mémoires.*

A la suite de cette communication, M. Stainier rappelle des faits en tout semblables qu'il a observés dans l'étage houiller.

Le poudingue houiller constitue un petit monticule à peu de distance à l'Est de la ferme de Floriffoux. On voit, reposant sur ce poudingue, des grès grossiers à cailloux schisteux verdâtres. Au-dessus, des schistes renfermant d'abondants restes de végétaux : *Cordaïtes borassifolius, Calamites Suckowi.* J'y ai même trouvé une *Anthracosia.*

Comme on le voit, l'association des schistes à végétaux aux roches à cailloux schisteux, se retrouve avec une similitude frappante dans l'ahrien, le famennien et le houiller.

M. G. Cesàro résume un travail *sur les notations compliquées des cristaux de calcite et sur l'influence directrice du noyau sur les couches de seconde formation.* Ce travail paraîtra dans les *Mémoires.*

La séance est levée à midi.

Séance du 17 *mai* 1891.

M. G. Cesaro, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

Le procès-verbal de la séance du 19 avril est approuvé.

Correspondance. — M. G. Dewalque, secrétaire général, malade, fait excuser son absence.

M. Briart donne lecture d'une lettre de M. Grand'Eury, présentant à la Société un nouveau travail sur le bassin houiller du Gard.

M. Briart fait l'éloge de ce mémoire, digne de ses devanciers, et particulièrement important au point de vue de la paléontologie végétale. La Société avait décidé jadis de donner une analyse d'un précédent travail de M. Grand' Eury, sur le même sujet.

M. Briart ne se rappelle pas pour le moment si ce compte rendu a paru ; quoi qu'il en soit, il propose de prier M. Gilkinet de faire rapport sur la partie paléontologique de l'œuvre de M. Grand'Eury. — Adopté.

A la demande de différents membres, M. Briart veut bien se charger d'analyser la partie géologique du dit travail.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau Des remercîments sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

Dr L. Carez. Iles britanniques. France. — Système jurassique.
(Trois extraits de l'Annuaire géologique universel, t. VI. Paris, 1891.)

F. V. Sandberger. Nachträgliche Bemerkungen zu meiner Abhandlung : « Ueber Steinkohlenformation und Rothliegendes im Schwarzwald. »

A. P. Paiva e Pono. Les champs d'or. (Soc. de géographie de Lisbonne.)

Daubrée. Expérience sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz à hautes tempéra-

tures, sous de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides. (Acad. des sciences, t. CXI, 25 nov. 5 et 8 déc. 1890, t. CXII, 19 jan. 1891.)

» La génération des minéraux métalliques dans la pratique des mineurs du moyen âge d'après le *Bergbuchlein*. (*Journal des savants*, juin-juillet 1890.)

Rapports. — M. Briart a lu avec beaucoup d'intérêt, le nouveau mémoire de M. E. Delvaux, intitulé : *Sur un terme nouveau du quaternaire inférieur trouvé en Belgique*. L'auteur prétend, avec preuves à l'appui, que les silex de Mesvin sont antérieurs à toutes les autres pierres taillées par l'homme. Ces silex travaillés ont été rencontrés dans des sables verts landeniens remaniés. Il explique comment ils ont pénétré dans cette couche, venant de plus haut. M. Briart propose avec plaisir l'impression du mémoire de M. Delvaux.

MM. Dewalque et Firket, deuxième et troisième rapporteurs, proposent également l'impression du travail de M. Delvaux. En conséquence, l'assemblée décide qu'il sera imprimé dans les *Mémoires* et vote des remercîments à l'auteur.

Communications. — M. Fraipont, secrétaire adjoint, donne lecture de la note suivante de M. Forir.

L'assemblée décide l'impression de ce compte rendu au *procès-verbal* de la séance, et dans la *Bibliographie*.

Relation entre l'étage landenien belge et les couches inférieures du système éocène du bassin de Paris, d'après MM. von Koenen et Gosselet,

par H. Forir.

Les travaux récents de deux savants étrangers haute-

ment considérés MM. J. Gosselet et A. von Koenen, ont jeté une lumière nouvelle, et cela par des voies absolument différentes, sur l'âge si longtemps controversé de l'étage landenien belge ; leurs conclusions paraissent trop intéressantes, au point de vue de la géologie de la Belgique, pour pouvoir être passées sous silence.

Déjà en 1874 (1) M. Gosselet, contrairement à l'opinion émise en 1849 par Dumont, qui rapportait les sables du landenien supérieur (sables d'Ostricourt des géologues français) aux Lignites du Soissonnais, démontrait stratigraphiquement que ces sables ne sont que la continuation des sables de Bracheux. Après les avoir suivis depuis Ostricourt jusqu'à Laon, St-Quentin, Guise et Cambrai, où ils prennent le nom de sables du Vermandois, il montrait à Holnon, près de St-Quentin, la superposition à ces sables d'un à deux mètres d'argile feuilletée, ligniteuse, avec cérithes, dernier représentant septentrional des Lignites du Soissonnais.

Dans un travail exclusivement paléontologique (2), dont M. G. Dewalque a reproduit les conclusions dans nos *Annales* (3), M. A. von Koenen s'exprimait en 1885 de la façon suivante sur le même sujet :

« Nous ne saurions dire si les différentes assises belges « rattachées au landenien inférieur appartiennent toutes « au même étage ; mais... le parallélisme du tuffeau de « Wanzin, Lincent, etc., avec les sables de Bracheux perd « bon nombre de ses points d'appui. *Il serait donc possible* « *que les sables belges recouvrant immédiatement le cré-*

(1) L'étage éocène inférieur dans le Nord de la France et en Belgique. (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e sér., t. II, pp. 598-617. Paris, 1874.)

(2) Uëber eine palæocän Fauna von Kopenhagen. (*Abh. der K. Ges. der Wiesensch. zù Göttingen*, Bd. XXII, 1885.)

(3) Sur une faune paléocène de Copenhague. (*Ann. Soc. géol. Belgique*, t. XIII, *Bibl.*, pp. 5-11, Liége, 1886.)

« *tacé appartinssent, en partie au moins, à une formation*
« *plus ancienne que les sables de Bracheux.* »

. . . . . .

« Si donc, d'après ce qui précède, nous pouvons déclarer « avec plus de certitude que, sans aucun doute, notre « faune de Copenhague appartient au paléocène, qu'elle se « rapproche des sables de Bracheux, tout en étant plus « ancienne, il est tout aussi certain que, jusqu'à ce jour, « nous ne connaissons pas encore avec certitude une faune « identique, c'est-à-dire analogue et de même âge. Il faut « peut-être excepter de ceci quelques faunes de la Belgique, « rangées dans le landenien inférieur. »

Enfin, un mémoire stratigraphique très important de M. Gosselet, paru en janvier 1890 (1), achève d'une façon péremptoire et en l'étayant sur des faits nombreux, la démonstration, commencée par lui en 1874, du synchronisme des sables d'Ostricourt et des sables de Bracheux et confirme les conclusions de M. von Koenen.

En effet, il démontre par les coupes de Holnon (feuille de Cambrai de la carte géologique de la France), de Vaux et de Chailvet (feuille de Laon), de Corbeny, de Bouconville-la-Poterie, de Brimont, de Châlons-sur-Vesle et de l'W de Berru (feuille de Reims), de Rosières et de Lihons (feuille de Montdidier), d'Estrée-St-Denis et de Therdonne (feuille de Beauvais), la superposition indiscutable des Lignites du Soissonnais et de l'argile plastique sur les sables d'Ostricourt et leur prolongement.

Il ajoute en terminant :

« On voit comment on passe peu à peu des sables d'Ostri- « court bien caractérisés aux sables de Bracheux. Au lieu

(1) Relations entre les sables de l'Eocène inférieur dans le Nord de la France et dans le bassin de Paris. *Bull. des serv. de la carte géol. de France et des topogr. sout.*, n° 8, pp. 1-11. Paris, janvier 1890.

« d'admettre, comme on l'a fait si souvent, que les sables « de Bracheux sont représentés dans le nord par le tuffeau « à *Cyprina planata*, et que les sables d'Ostricourt appar- « tiennent à une assise plus récente, on doit paralléliser « ces derniers avec ceux de Bracheux *et rapporter le « tuffeau à une assise plus ancienne, qui est, en partie du « moins, représentée à Beauvais par le conglomérat à « silex* [1].

« Si même on devait voir dans les ravinements des sables « de Beauvais les traces de limites d'assise, ce que je ne crois « pas, on serait conduit à dire que les sables fossilifères « de Bracheux sont supérieurs aux sables d'Ostricourt. « Mais je ne pense pas qu'il faille chercher une ressemblance « absolue entre les dépôts sableux faits à aussi grande dis- « tance l'un de l'autre.

Ces conclusions identiques des recherches stratigraphiques de M. Gosselet et des travaux paléontologiques de M. von Koenen sont suffisamment remarquables pour être mentionnées. Elles montrent, une fois de plus, ce qui du reste n'est plus mis en doute par personne, l'égale valeur des caractères stratigraphiques et paléontologiques dans l'étude du synchronisme.

Nous aurons prochainement l'occasion de revenir sur le sujet de la présente communication, à l'occasion de nos recherches sur l'âge des sables de la Haute et de la Moyenne Belgique, que, dans un travail précédent, nous avons cru pouvoir assimiler, après Dumont et beaucoup d'autres géologues, aux sables de Rocour.

Liége, le 4 mai 1891.

[1] J'ignore si le conglomérat à silex du Nord de la France est identique à celui de la Hesbaye, du pays de Herve, du Condroz et des Hautes Fagnes; s'il en est ainsi, je ne puis le considérer comme une assise tertiaire, mais bien comme le produit de la dissolution lente et sur place des assises crétacées supérieures, dissolution se continuant encore aujourd'hui. H. F.

M. **Briart**. — Je viens d'entendre dans cette note qu'il est parlé de paléocène. C'est un nouveau nom, qui fut proposé par Schimper et M. de Saporta pour séparer le suessonien de d'Orbigny du système éocène de Lyell. Il est certain que cela a sa raison d'être au point de vue de la faune et de la flore. Mais je trouve que la lacune est bien plus importante entre cet éocène et le calcaire de Mons et les couches du système d'eau douce de la Haine qui lui sont subordonnées. La faune du calcaire grossier de Mons n'a rien de commun, ou très peu, avec celle du tuffeau de Lincent, du tuffeau d'Angre et des sables fossilifères appartenant à l'étage landenien.

J'ai proposé que, si l'on admet le système paléocène, la coupure soit faite entre le landenien et le calcaire de Mons.

M. **Briart** demande si parmi les confrères présents il ne s'en trouve pas qui pourrait le renseigner sur la signification et la valeur au point de vue stratigraphique de la présence de feldspath dans les grès dévoniens.

M. **Stainier**. M. Briart vient de nous parler de l'importance à attacher aux grains feldspathiques comme éléments caractéristiques de certains étages dévoniens.

Je ne puis, quant à moi, considérer la présence du feldspath comme caractéristique d'un étage dévonien quelconque, étant donné que l'on en trouve dans presque tous les dépôts dévoniens où domine l'élément quartzeux.

Dans le gedinnien, il y a, à plusieurs niveaux, des arkoses renfermant des grains feldspathiques.

Dans le taunusien, il y a également des grès feldspathiques, notamment dans la grande tranchée entre Courrière et Naninne.

L'ahrien présente également des grains feldspathiques à Wépion.

L'arkose est connue également dans l'assise de Rouillon et dans les roches rouges de Mazy (dévonien supérieur).

Un fait bien connu et dont l'importance est considérable au point de vue de la détermination de l'origine de ces grains feldspathiques, c'est leur association avec des roches tourmalinifères. Celles-ci, en effet, sont connues sur le pourtour de tous nos bassins dévoniens dans le gedinnien, le burnotien, l'assise de Rouillon, et les roches rouges de Mazy.

M. l'abbé Renard a émis l'idée que ces roches tourmalinifères et ces grains de feldspath proviennent de la désagrégation de roches granitiques. Or, si l'on considère l'énorme extension en Belgique de ces deux produits de désagrégation, extension à la fois dans le temps et dans l'espace, on doit croire que des massifs granitiques importants ont dû exister dans le fond de nos bassins dévoniens et y rester à découvert pendant tout le dévonien.

Il n'y a donc rien d'étonnant que l'on retrouve du feldspath dans la plupart des étages dévoniens et dès lors les grains feldspathiques ne sauraient servir à caractériser l'un d'eux en particulier.

M. **Lohest**. — Je ne pense pas qu'on puisse considérer la présence du feldspath dans les grès comme un caractère suffisant pour déterminer leur âge. Pour choisir un exemple à un niveau géologique bien défini, j'examinerai le fait de la variation d'abondance du feldspath dans les roches du gedinnien.

On sait que dans la partie inférieure de cet étage le poudingue est un dépôt très local et que l'arkose est généralement plus constante. Pour ce qui concerne le bord sud du bassin de Dinant, la variation de l'abondance du feldspath a été démontrée par les exploitations d'arkose. En certains points de la bande de St-Hubert, l'arkose contenait assez de feldspath pour que l'on ait essayé d'extraire ce minéral par lavage. Mais ces exploitations n'ont pu réussir qu'en des endroits particulièrement favorisés. - Selon M. Gos-

selet, l'arkose est représentée aux environs de Charleville par des grès non felspathiques.

Au bord nord du bassin de Dinant, le feldspath, abondant dans l'arkose de Dave, devient rare à mesure qu'on avance vers Huy et Ombret. Dans cette direction, le poudingue gedinnien, parfois très puissant, contient de nombreux cailloux de roches tourmalinifères, mais point de débris de roches feldspathiques; les bancs d'arkose, quand ils existent, sont peu puissants.

Sur le pourtour du massif de Stavelot, on observe des variations analogues. Dumont avait remarqué que le poudingue à cailloux de quartz blanc passait à l'arkose. Aux environs de Salm-Château, le poudingue de Fépin contient parfois beaucoup de feldspath ; d'autrefois, ce minéral manque en des localités voisines, en certains points d'Ottré et de Neuville, par exemple.

Pour ce qui concerne le gedinnien supérieur, Dumont avait observé que l'arkose, très abondante dans la bande de St-Hubert, est presqu'inconnue dans celle de Provedroux.

Je pense donc qu'il en est de la présence du feldspath comme des autres caractères minéralogiques, toujours sujets à variation en des points voisins.

On sait que, pour le groupe rhénan, les différences de composition minéralogique ont été attribuées par M. Dewalque à l'état originaire des dépôts. En ce qui regarde le gedinnien, il est actuellement assez facile de se rendre compte de la variation de l'abondance du feldspath. Les roches feldspathiques à grains de quartz blanc qui recouvrent le cambrien, ne peuvent évidemment provenir de la désagrégation de ce terrain, dans lequel le quartz blanc est relativement très rare et où le feldspath manque.

M. Renard semble d'ailleurs avoir démontré que l'arkose d'Haybes provenait de la désagrégation d'une pegmatite.

Près d'Ombret, ce sont des roches tourmalinifères qui semblent avoir contribué en grande partie à la formation des premiers sédiments devoniens. Enfin, en d'autres points, le sous-sol cambrien paraît avoir été mis plus directement à contribution.

A l'époque gedinnienne, le fond de la mer et les rivages ne présentaient donc pas partout la même composition minéralogique. Ces différences peuvent expliquer les variations de l'abondance du feldspath dans les premiers sédiments gedinniens. Ce qu'on constate pour l'époque gedinnienne a pu se passer à toutes les époques géologiques.

M. **Briart**. — Si la plus ou moins grande quantité de feldspath pouvait nous guider, ce serait déjà quelque chose. Mais aujourd'hui nous n'avons rien pour nous guider dans la distribution des grès rhénans.

M. **Cesàro** fait la communication suivante pour prendre date.

En faisant tomber un rayon lumineux, sous une certaine incidence, sur une lame à faces parallèles d'aragonite, Hamilton a démontré et Lloyd a prouvé par l'expérience qu'on obtient à l'intérieur du cristal un cône de rayons lumineux. Je viens de trouver qu'en taillant les faces parallèles, par lesquelles la lame est terminée, dans une direction convenable, on peut, pour certains rayons, obtenir un cône lumineux et un rayon distinct; de sorte que l'on verra, à l'émergence, sur un écran, une courbe lumineuse et un point lumineux.

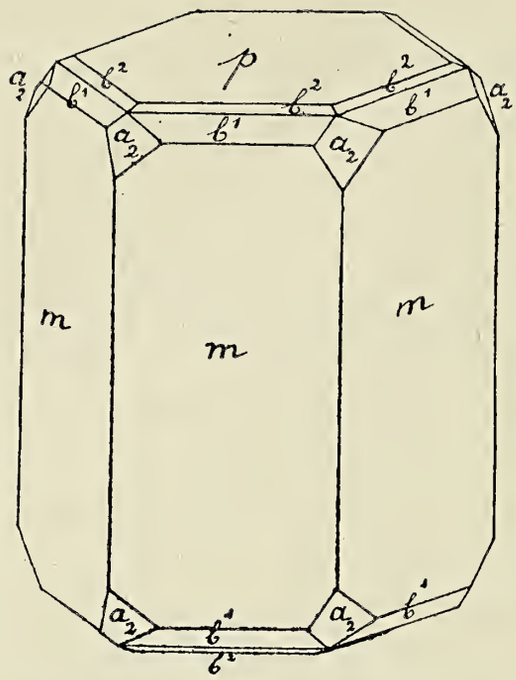
M. **Cesàro** expose la note suivante, dont l'impression au procès-verbal est décidée :

Cristaux de Vanadinite présentant nettement les caractères du groupe dihexaédrique anomal.

La vanadinite $Pb^3 (VO^4)^2 + \frac{1}{3} PbCl^2$ est isomorphe, au point de vue réticulaire, avec l'apatite $Ca^3 (PO^4)^2 + \frac{1}{3} Ca < \begin{matrix} Fl \\ Cl \end{matrix}$; les deux espèces cristallisent en prismes hexagonaux dans lesquels $\widetilde{pb^1}$ est d'environ 40°. Comme le caractère hémiédrique est dû à la forme de la molécule, on pouvait s'attendre, par la comparaison des formules transcrites ci-dessus, à ce que la vanadinite montrât l'hémiédrie caractéristique de l'apatite, c'est-à-dire à ce qu'elle appartînt au groupe dihexaédrique anomal (Λ^6, II, C).

M. Tschermak, dans son traité de minéralogie, dit que, d'après Websky, la vanadinite présente la même hémiédrie que l'apatite, mais il ne renseigne pas si c'est par l'inspection des formes cristallines, ou bien par l'étude des figures de corrosion que le savant allemand est arrivé à cette conclusion. D'ailleurs, dans le traité de M. Dana (en y comprenant les appendices) je ne vois cités, parmi les formes de la vanadinite, que des dihexaèdres normaux, provenant, soit de la troncature des arêtes du prisme primitif, soit de la troncature de ses angles.

Sur un échantillon de vanadinite d'Arizona dont vient de faire acquisition la collection universitaire, j'ai pu observer avec la plus grande netteté l'hémiédrie dont il s'agit : presque tous les cristaux portent le dihexaèdre anomal : $\frac{1}{2} a_2 = b^1 \overline{b^2} h^1$, si commun dans l'apatite. Dans



le cristal représenté par la figure 1, ayant 3 millimètres de longueur et presque totalement dégagé aux deux extrémités on peut nettement observer aux deux bouts de plusieurs arêtes verticales, la correspondance des facettes hémièdres, par rapport au plan de symétrie horizontal.

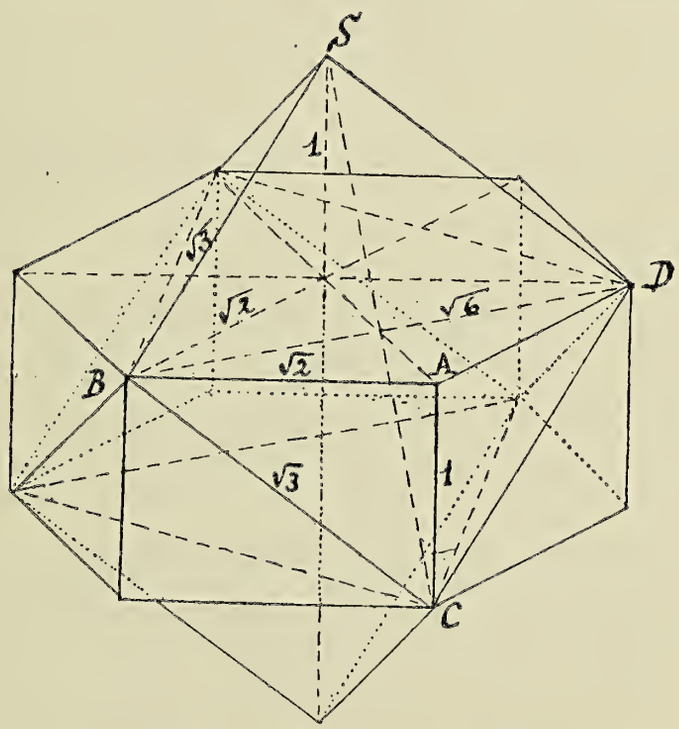
En partant de $\widetilde{b^1 b_1}$ (arête culminante) = 36°58′ (Dana donne : 37°2′), on trouve entre le côté du prisme et la hauteur le rapport : $\frac{b}{c} = 1{,}40825$: voici la correspondance :

ANGLES.	CALCULÉS.		MESURÉS.
	$\frac{b}{c}=1{,}40825$	$\frac{b}{c}=\sqrt{2}$	Les mesures se rapportent à la face a_2 sup. de droite.
$b^1\,b^1$ (ar. culm.)	36°58′	36°52′	36°58′
$a_2\,b^1$ ant.	40°37′,5	40°36′	40°34′
$a_2\,m$ lat.	30°53′,5	30°58′	31°4′
$b^1\,m$ lat.	71°31′	71°34′	71°38′
$a_2\,m$ ant.	46°39′	46°41′	46°41′
$a_2\,b^1$ lat.	29°47′,5	29°48′	29°46′
$b^1\,m$ ant.	50°39′	50°46′	50°27′
$a_2\,a_2$ sur b^1	54°1′	53°58′	53°51′
$b^1\,b^2$ adj.	17°3′,5	17°1′,5	16°38′ (approxim.)

Observations sur le prisme primitif des minéraux du groupe de l'apatite.

Le prisme hexagonal duquel dérivent l'apatite, la pyromorphite, la mimetèse et la vanadinite présente cette particularité que le rapport entre le côté de la base et la hauteur est, très approximativement, égal à $\sqrt{2}$.

On peut, effectivement, dans le tableau précédent, voir que l'on arrive à une fort bonne concordance entre les angles mesurés et calculés, en adoptant $\frac{b}{c} = \sqrt{2}$. Or, le prisme hexagonal qui jouit de cette propriété est en relation géométrique très étroite avec le cube, comme le montre immédiatement la figure suivante, qui est une projection oblique de ce prisme sur sa face *m* antérieure.



Si l'on considère les troncatures a^1 de 6 angles (choisis

comme s'il s'agissait d'obtenir un rhomboèdre), on voit que dans la face $BSDC$, on a $BC = BS = \sqrt{3}$; en outre la diagonale de la même face est $BD = \sqrt{6}$ (côté du triangle équilatéral inscrit dans un cercle de rayon $\sqrt{2}$) : donc, la figure $BSDC$ est un carré, et le solide formé par l'ensemble des troncatures est un cube.

La même figure montre que la face b^1 du prisme de la vanadinite (face menée par CD parallèlement à l'arête AB) passe, dans le cube, par une arête et le centre de la face opposée : elle a donc, dans ce solide, pour notation b^2. La base du prisme hexagonal correspond évidemment à une face de l'octaèdre régulier. Effectivement, on trouve dans le prisme hexagonal de la vanadinite $\widehat{pb^1} = 39°.21$ et, dans le cube, $\widehat{a^1b^2} = 39°.14'$.

M. **Cesàro** fait la communication suivante, dont l'insertion au procès-verbal est approuvée.

Cristaux de sidèrose présentant le scalénoèdre $e_{\frac{1}{3}} = 621$,

Sur les angles latéraux de rhomboèdres primitifs de sidérose, provenant d'Algérie, j'ai observé de petits biseaux à facettes miroitantes, conduisant au scalénoèdre $621 = e_{\frac{1}{3}}$ connu dans la calcite, mais non renseigné pour la sidérose dans les ouvrages que je possède.

Deux faces $e_{\frac{1}{3}}$ (621 et $64\bar{1}$) sont en zone avec une face p ($0\bar{1}1$). En partant de $\widehat{pp} = 73°$, on obtient $s = \frac{3}{4}\frac{a^2}{c^2} =$ 1,11976, puis la correspondance qui suit :

ANGLES.	CALCULÉS.	MESURÉS.
$(e_{\frac{1}{3}}\ p)\ (621.111)$.	49°20′	49°24′
$(e_{\frac{1}{3}}\ p)\ (621.0\bar{1}1)$.	74°21′	74°6′
$(e_{\frac{1}{3}}\ p)\ (621.10\bar{1})$.	60°24′	60°22′
$e_{\frac{1}{3}}\ e_{\frac{1}{3}}$ sur e^1	37°26′,5	37°
$e_{\frac{1}{3}}\ e_{\frac{1}{3}}$ sur d^1	31°18′	31°17′

Je dois cet échantillon à l'obligeance de notre confrère M. Destinez.

M. **Stainier** fait une communication préliminaire sur le terrain houiller aux environs de Namur. Il annonce qu'en levant différentes coupes dans cette région, notamment des coupes de travaux d'art, galeries de charbonnages, etc., qui y existent, il a pu constater que le houiller inférieur est beaucoup plus puissant et plus productif qu'on ne le croyait et qu'il renferme au moins deux niveaux très espacés de poudingue houiller et au moins trois couches de houille exploitées. Il se propose de développer ces questions dans un mémoire plus complet, avec coupes, qui sera soumis à la Société.

M. **Briart** demande à M. Stainier s'il a voulu parler des grès de la base du système houiller, au voisinage du poudingue houilller des environs de Namur, quand il dit y avoir trouvé du feldspath ?

M. **Stainier**. C'est bien en effet des grès de la base du système houiller dont j'ai voulu parler.

La séance est levée à midi 1/4.

Séance du 21 juin 1891.

La séance est ouverte à 11 heures.

M. Cesàro, président, occupe le fauteuil de la présidence.

Le procès-verbal de la séance du 17 mai est approuvé.

Correspondance. — M. le secrétaire général, malade, fait excuser son absence.

La Société allemande de Géologie tiendra son assemblée générale et fera son excursion annuelle du 6 au 16 août sous la direction du professeur Stelzner, à Freiberg en Saxe.

L'Association britannique pour l'avancement des sciences tiendra cette année sa session à Cardiff, du 19 au 26 août.

L'Association française pour l'avancement des sciences tiendra cette année son 20e congrès à Marseille, du jeudi 17 au 24 septembre 1891.

Il est donné lecture de la lettre-circulaire suivante.

Appel aux géologues. — L'abondance et la variété des publications auxquelles donnent lieu les différentes branches des sciences géologiques, rend indispensable de chercher à faciliter la tâche de ceux qui, pour publier ou même simplement pour approfondir une question quelconque, doivent se mettre au courant de la littérature de cette question.

A ce point de vue, on peut dire que nos bibliothèques de l'Etat et des sociétés scientifiques, tout en rendant souvent de grands services, ne remplissent pas le but que nous poursuivons et l'on peut se demander si le moment n'est pas venu d'entrer dans une nouvelle voie.

La création de la bibliothèque de la Commission géologique nous laissant libre d'adopter le classement le plus perfectionné, nous fournit l'occasion de le tenter.

Le problème à résoudre est de chercher à appliquer à des publications devant être inventoriées, cataloguées, etc., le classement si pratique, par ordre de matières, que la plupart des géologues réalisent, dans une certaine mesure, pour ce qui concerne leur bibliothèque privée, en vue de leurs études personnelles.

A ce sujet, il est à remarquer que ce qu'il importe surtout de pouvoir consulter, ce ne sont pas tant les grands ouvrages de compilation, qui se font, du reste, de plus en plus rares, mais les tirés à part des communications originales, faites par les auteurs aux académies et sociétés scientifiques du pays et de l'étranger.

Sans entrer ici dans les détails administratifs de la nouvelle organisation de notre bibliothèque, nous nous bornerons à faire remarquer que toutes les publications dont elle se compose, en dehors des périodiques, sont classées dans des fardes, se rapportant aux différents systèmes des séries quaternaire, tertiaire, secondaire et primaire, aux roches plutoniennes, aux phosphates, aux différentes branches de la paléontologie, aux mines, à la géologie agricole, à l'hydrologie, à l'archéologie et anthropologie préhistoriques, à la minéralogie, biographies de géologues, etc.

Seulement, pour réaliser ce programme, nous devons faire appel au concours de tous et comme il faut prêcher d'exemple, nous avons commencé par faire abandon à la bibliothèque de la Commission, de notre collection particulière comprenant environ trois mille tirés à part.

Nous osons espérer que non seulement nos collègues de la Commission, mais aussi tous les géologues belges et étrangers ayant à cœur de favoriser le progrès des sciences géologiques, voudront bien nous gratifier d'un ou de plusieurs exemplaires de leurs travaux, suivant que ceux-ci se rapportent à une ou plusieurs catégories de recherches.

Chaque auteur qui voudra bien ainsi nous accorder son précieux concours, peut être assuré qu'il sera tiré de ses travaux le maximum d'effet utile par les nombreuses personnes qui, en Belgique, s'intéressent de plus en plus au mouvement géologique. Celles-ci seront d'autant plus à même de contribuer à ce mouvement que les publications faisant l'objet de notre nouveau classement systématique, seront plus nombreuses et plus cosmopolites.

Enfin nous nous mettrons bien volontiers à la disposition des géologues de l'étranger pour les aider à obtenir en échange de leurs publications, celles de nos collègues de Belgique qu'ils voudront bien nous spécifier.

Il n'est pas inutile de rappeler ici que cet échange peut se faire gratuitement, par l'intermédiaire de la *Commission des échanges internationaux*, pour la France, l'Algérie, la Belgique, la Russie, la Finlande, l'Italie, l'Espagne, la Suède, les États-Unis d'Amérique et il est à souhaiter qu'il ne tarde pas à en être de même pour les autres pays.

MICHEL MOURLON,

membre-secrétaire de la Commission géologique de Belgique.

Le secrétaire-adjoint fait observer que l'envoi gratuit par la Commission des échanges offre plus d'inconvénients que d'avantages.

M. *le Président* rappelle que c'est à la prochaine séance que l'assemblée doit fixer la session extraordinaire de l'année (excursion). Les collègues sont priés de faire parvenir leurs propositions au secrétaire général.

Ouvrages offerts. — Les livres et revues reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

G. Cotteau. Les délégués des sociétés savantes à la Sorbonne en 1890.

» La géologie au Congrès de Limoges en 1890. (Bull. Soc. des sc. hist. et nat. de l'Yonne, 1890.)

H. Fayol. Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Livre I. Lithologie et stratigraphie, 4e partie par MM. de Launay et Stanislas Meunier. Livre II. Flore avec atlas, par Renault. Livre III. Faune (Ichtyologie et Entomologie), avec atlas, par Ch. Brongniart et Emile Sauvage.

Alfred Jentzsch. Bericht über die geologische Abteilung des Provinzial-Museums der Physikalischen Gesellschaft, bei Gelegenheit der Feier des 100 jahriger Bestehens der Gesellschaft, 1890; Könisberg, 1891.

Fernand Levieux. Essai sur le développement de la peinture du paysage et sur les voyages d'artistes aux XVe et XVIe siècles dans leurs rapports avec l'histoire de l'art en Belgique. Bruxelles, Hayez, 1891.

Nikitin. Carte géologique générale de la Russie, feuille 57 (Moscou, Kortschewa, Jouriev, Borovsk, Jegorievsk). (Mémoires du Comité géologique, vol. V, n°1.) Dépôts carbonifères et puits artésiens dans la région de Moscou. (Mémoires du Comité géologique, vol. 5, n° 5 et dernier.)

Prestwich. On the Age, Formation, an successive Drift-stages of the Valley of the Darent; with Remarks on the Palæolithic Implements of the District and on the Origin of its Chalk Escarpment

(Quarterly Journal of the Geological Society, Mai 1891.)

E. Renevier. Envahissement graduel de la mer éocénique aux Diablerets.

Origine et âge du gypse et de la Cornieule des Alpes vaudoises.

Transgressivité inverse (Eclogæ Geologicæ Helvetiæ, vol. II; Lausanne 1891).

H. Van Cappelle. Geologische Resultatee van Eenige in West-Drentheen in het Oostelijk deel van Overijssel verrichte grondboringen (Mémoires Acad. des sciences d'Amsterdam). Amsterdam, 1890.

Le secrétaire adjoint attire spécialement l'attention des membres sur l'envoi de la magnifique publication : *Études sur le terrain houiller de Commentry*, par MM. Ch. Brongniart, H. Fayol, de Launay, S. Meunier, Renault, Sauvage et Zeiller, dont la Société avait déjà reçu les premiers volumes.

Communications. — M. Cesàro expose la note suivante dont l'impression au procès-verbal est décidée.

La Hatchettine et l'Ozocérite.

Hatchettine, a) : D'un échantillon très riche, appartenant à M. P. Destinez, s'étaient détachées de fines lamelles d'hatchettine, qui, examinées au microscope, paraissent formées par la superposition d'une suite de strates très minces, indiquant un clivage net. En lumière parallèle, ces lames se colorent vivement entre les nicols croisés, sans s'éteindre pendant la rotation de la platine, ce qui prouve que les strates superposés sont imparfaitement orientés; effectivement, sur les bords les plus minces on aperçoit des parties

devenant obscures dans certaines positions. En examinant ces parties en lumière convergente, j'ai obtenu une figure d'interférence fort nette : deux axes optiques très rapprochés, avec une bissectrice positive, perpendiculaire au clivage : la figure est d'ailleurs bien symétrique par rapport à cette bissectrice. (Les faits qui précèdent ont été déjà signalés par M. Des Cloizeaux.) La Hatchettine est donc orthorhombique.

b) En fondant une parcelle de Hatchettine sur la lame porte-objet, le liquide obtenu est obscur entre les nicols croisés; mais, par le refroidissement, la matière cristallise et la lumière se trouve rétablie instantanément. La masse ainsi obtenue n'a plus d'orientation régulière et ne donne plus de figure d'interférence, mais elle présente une *trame caractéristique, à maille rectangulaire,* dont la forme suffit à distinguer la Hatchettine de l'Ozocérite.

Je me suis assuré que la Hatchettine de Rossitz (Moravie) présente aussi ce caractère.

Ozocérite. — J'ai eu l'idée de chercher si les caractères de la Hatchettine appartenaient aussi à l'ozocérite (de Gallicie).

a) Après quelques essais, j'ai réussi à obtenir de fines lamelles, paraissant, comme celles de la Hatchettine, formées par la superposition d'un très grand nombre de strates très fins, se colorant, sans s'éteindre, entre les nicols croisés. En examinant les bords les plus minces de ces lamelles en lumière convergente, je suis parvenu à apercevoir la figure d'interférence, moins nette que dans la Hatchettine, mais, cependant, fort visible. Sa forme indique encore le *système orthorhombique*: la bissectrice est *positive*, mais les *axes optiques* sont *plus rapprochés* que dans la *Hatchettine.*

b) Une parcelle d'Ozocérite fondue, examinée, entre les nicols croisés, donne par refroidissement le même phénomène que celui qui a été signalé pour la Hatchettine;

seulement, la trame de la masse cristallisée est différente : ici, on observe partout des *groupements fibro-radiés*.

Remarque. Il faut avoir soin, pour ce dernier essai, d'employer la plus petite quantité possible d'Ozocérite ou de Hatchettine, afin d'obtenir une couche bien mince; c'est surtout sur les bords que la trame caractéristique de la Hatchettine est visible.

M. **Delvaux** expose la note suivante dont l'impression au procès-verbal est décidée.

Découverte d'une molaire d'Elephas antiquus et de restes d'espèces quaternaires éteintes dans les alluvions stratifiées de la colline de Mesvin, par M. A. Lemonnier, ingénieur, directeur des usines de Bélian,

par É. Delvaux.

Depuis la publication de notre dernière étude sur le quaternaire, des découvertes paléontologiques importantes pour la connaissance de ces dépôts de transport ont été faites dans les exploitations de phosphate de MM. Solvay, à Mesvin. Ces découvertes ont pour auteur M. A. Lemonnier, envers qui la science est déjà débitrice à tant de titres et grâce au zèle éclairé duquel notre Musée national s'est enrichi, comme on sait, de pièces d'une valeur inestimable.

Informé, dès le 19 courant, grâce à l'obligeance de M. Lemonnier, de ces trouvailles d'autant plus importantes, à notre sens, qu'elles viennent confirmer l'exactitude de nos observations et de nos déductions, nous nous empressons, en attendant que l'auteur publie le résultat scientifique de ses recherches, de les annoncer à la Société.

Tous les géologues connaissent la vaste excavation pratiquée par MM. Solvay dans la colline de Mesvin et

visitée avec le plus vif intérêt par la Société d'Anthropologie de Bruxelles en 1885 (1).

Dans la coupe qui accompagne le compte rendu de l'excursion de la Société d'Anthropologie, coupe que nous nous sommes empressé d'aller revoir à la première nouvelle de ces trouvailles, on aperçoit le profil en large d'une rivière quaternaire, comblée, ainsi que nous l'avons dit ailleurs, d'alluvions stratifiées à *Succinées*. C'est dans cette rivière, dont le profil se détache, avec une merveilleuse netteté, au milieu des masses tertiaires landeniennes dans lesquelles elle a creusé son lit, que M. Lemonnier, en procédant à des travaux de déblaiement, a fait ses principales découvertes.

« Le fond de cette rivière, nous écrit notre collègue,
« donne de nombreux ossements que je fais mettre de côté
« et que je ferai déterminer.

« Nous avons, dès à présent, venant de cette rivière :

Elephas antiquus	une molaire.
Id. primigenius . . .	Id.
Rhinoceros tichorhinus. . .	divers ossements.
Cervus megaceros	Id.

« plus une plaque frontale, avec corne, d'aurochs.

« Avec ces ossements recueillis au fond de la rivière,
« nous rencontrons des débris de silex taillés, souvent
« rudimentaires, et, *à côté*, au même niveau, de superbes
« haches. J'ai trouvé aujourd'hui une magnifique hache
« amygdaloïde, semblable à celle que vous avez dessinée
« fig. 1', pl. II, de votre compte rendu de 1886.

« Je fais d'ailleurs mettre à part tous les silex taillés que

(1) É. Delvaux. *Compte rendu de l'excursion de la Société d'Anthropologie de Bruxelles à Mesvin et à Spiennes*, le 13 septembre 1885. In-8° avec carte et pl. Bruxelles, 1886.

« l'on rencontre et s'il y avait quelque particularité qui « me parût devoir vous intéresser, je vous en aviserais. »

Nous croyons trouver, dans l'annonce si précise de ces importantes découvertes, la confirmation la plus éclatante que nous puissions souhaiter de nos observations.

En effet, l'âge de la rivière dont il s'agit, nettement déterminé, est hors de contestation. Elle est creusée dans les sables tertiaires landeniens; ses berges et le fond de son lit sont recouverts par les éléments bien caractérisés du dépôt caillouteux; enfin ce lit, comblé d'alluvions stratifiées à *Succinées* est recouvert par le limon non stratifié, dit hesbayen, avec la partie supérieure altérée, transformée en terre à briques.

Si l'on veut bien jeter un coup d'œil sur la coupe diagramme de la tranchée de Mesvin, qui accompagne notre dernier travail ([1]), on voit que les cailloux du fond de la rivière, où M. Lemonnier a fait ses trouvailles, correspondent exactement avec le dépôt caillouteux ζ, tandis que les alluvions du même cours d'eau s'identifient aux alluvions stratifiées à *Succinées* η de notre coupe.

On constate également que les ossements que M. Lemonnier a recueillis, l'ont été, ainsi qu'il le dit clairement, au niveau 2, représenté dans notre coupe, comme constituant le *deuxième niveau ossifère*. Pour achever la coïncidence, des débris de silex taillés rudimentaires ont été trouvés avec des haches amygdaloïdes chelléennes « à côté de ces ossements », c'est-à-dire, ainsi que nous l'établissons dans la coupe précitée, au niveau B (chelléen), qui ne fait qu'un et se confond avec notre *deuxième niveau ossifère*.

([1]) É. Delvaux. *Époque quaternaire. Sur un terme nouveau du quaternaire inférieur observé en Belgique.* In-8° avec coupe. Liége, 1891.

Il résulte de ces constatations qu'il n'est plus possible de mettre en doute nos conclusions. L'âge géologique de ce cours d'eau, fixé par nous et confirmé par les découvertes paléontologiques de M. Lemonnier, auxquelles s'ajoutent les trouvailles de haches amygdaloïdes chelléennes, appartient sans conteste à la quatrième phase, dite alluvionnaire, de notre quaternaire, représenté dans le tableau qui termine le travail cité (1).

Mais ici ne se borne pas l'importance de la découverte. M. Lemonnier signale la présence de l'*Elephas antiquus*, dont une molaire aurait été recueillie dans la même rivière, au niveau des autres ossements fossiles.

Si, comme nous n'en doutons pas, la détermination de cette pièce, unique pour la paléontologie de la région, se confirme, nous y trouverons :

1° La première constatation de la coexistence de rares individus d'*Elephas antiquus* avec de nombreux *Elephas primigenius*, au même niveau stratigraphique, dans les plaines de notre pays.

2° La confirmation de ce fait, déjà annoncé par Lyell, constaté depuis, à plusieurs reprises, en divers pays par des spécialistes et en tout dernier lieu, établi par les trouvailles et les observations des géologues allemands (2), à savoir, la contemporanéité du *primigenius* avec l'*antiquus*, peut-être l'antériorité, et certainement la survivance du premier.

3° La démonstration de l'erreur dans laquelle un savant,

(1) Op. cit., p. 105-35.

(2) Pohlig (Dr Hans). Dentition und Kranologie des *Elephas antiquus*, Falc., mit Beiträgen über *Elephas primigenius*, Blum, etc. Nova acta der Ksl. Leopold. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Band LIII, n° 1.

Le même. Ueber *Elephas Trogontherii* und *Rhinoceros Merckii* von Rixdorf bei Berlin. Zeitsch. der Deutschen geologischen Gesellschaft, t. XXXIX.

G. Berendt und W. Dames. Geognostische Beschreibung der Umgegend von Berlin. In-8°, Berlin, Band VIII. Heft 1, p. 66.

dont nous estimons infiniment les travaux, persiste à verser. En effet, M. G. de Mortillet s'évertue à rajeunir les dépôts de Mesvin et, bien qu'on y ait trouvé depuis longtemps des haches amygdaloïdes chelléennes, l'honorable professeur continue [1] à les ranger (sans preuve d'ailleurs, autre que celle, négative, tirée de l'absence de la faune à *E. antiquus*), dans ce qu'il appelle le quaternaire moyen.

Montrez-nous, disait tout récemment encore le savant préhistorien, ainsi que la chose nous a été rapportée, des restes de l'*Elephas antiquus*; tant que vous n'en aurez pas trouvé, nous nous refuserons à admettre l'âge de votre gisement de Mesvin ! Voici que les vœux de M. de Mortillet sont maintenant accomplis : nous ne doutons pas qu'il s'exécute, cette fois, de bonne grâce et qu'il reconnaisse la réalité des faits.

Il ne sera donc plus permis de rajeunir, comme on a persisté à le faire [2], les stations quaternaires de Mesvin et l'on ne réussira plus à les faire admettre comme contemporaines de nos cavernes. Tout cet édifice s'écroule : *omnia cadunt,* comme disait Juste-Lipse.

Les éléments stratigraphiques, paléontologiques et anthropologiques du fond de la rivière quaternaire de Mesvin étant concordants, son âge se trouve donc absolument fixé. Notre étage mesvinien, dont l'antériorité a été démontrée au triple point de vue de la stratigraphie, de la paléontologie et de l'anthropologie, désormais hors de contestation, renforcé de ces découvertes, gardera dans la nomenclature préhistorique la place que nous lui avons assignée.

20 juin 1891.

(1) Ainsi qu'il résulte d'un mot que M. G. de Mortillet nous écrit à la date du 3 juin courant.

(2) Les stations de notre quaternaire mesvinien sont antérieures à la période glaciaire, tandis que les auteurs sont d'accord pour considérer comme post-glaciaire le gisement de Chelles.

M. **Delvaux** fait passer sous les yeux des membres de la Société un échantillon de schiste à paragonite au sujet duquel il fait la communication suivante.

Sur un caillou erratique, originaire du St-Gothard, recueilli près de Beverst, dans la vallée du Demer

Habent sua fata « lapilli » !

Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de nos collègues un caillou erratique, de forme subcylindrique, évidemment roulé, dont la longueur ne dépasse pas 108 mm. la largueur 33 mm., et dont le poids atteint à peine 155 grammes.

Ce petit bloc de micaschiste *(Paragonit Schiefer)* a été trouvé par M. le comte de Renesse et nous en devons la communication à un zélé confrère, M. le Dr Bamps, de Hasselt, bien connu par ses travaux et ses publications scientifiques.

La roche est, comme on peut le voir, formée d'un schiste cristallin, soyeux, blanc grisâtre, blanc jaunâtre, à reflets métalliques, légèrement irisés de rose ou de vert lavé. La paragonite, sorte de mica sodique hydraté, se présente en lamelles écailleuses, brillantes, sensiblement parallèles, constituant la masse principale et enveloppant des grains pisaires ou subpisaires de quartz hyalin ou blanc laiteux opalin, qui paraissent étirés ou avoir été soumis à une lamination énergique. On observe, noyés dans la masse, des cristaux microscopiques qui se détachent nettement par la coloration foncée sur le fond blanc nacré de la roche cristalline.

Nous croyons pouvoir rapporter ces cristaux microscopiques aux espèces suivantes, savoir :

Mica noir, biotite, quelques petites écailles disséminées ;

Fer oligiste, bien caractérisé par son éclat métallique spécial ; parfois oxydés, passant au rouge brun, les grains de ce minéral s'enveloppent d'une aréole limoniteuse, jaune rougeâtre, qui pénètre et souille plus ou moins la roche enveloppante ;

Disthène nacré, blanc bleuâtre-verdâtre ;

Staurotide en grains brunâtres ;

Grenats (?) ;

Enfin de nombreux microlithes : le temps nous a fait défaut pour en entreprendre l'étude.

Douce au toucher, la roche de notre erratique offre des caractères tels, qu'étant une fois connus, il ne paraît plus possible de les jamais confondre : ils rendent tous les échantillons aisément reconnaissables au premier coup d'œil.

Voulant obtenir tous nos apaisements au sujet de la composition lithologique et de la micro-structure de notre erratique, nous avons mis à contribution l'amitié de notre collègue, M. Lucien de Koninck, qui a bien voulu examiner et comparer le fragment que nous lui avons remis avec les échantillons similaires qui font partie de ses collections et avec ceux qui se trouvent à l'université de Liége. Le résultat de l'examen comparatif entrepris est de nature à encourager les géologues qui s'occupent à recueillir des roches et à rechercher les traces des phénomènes de la période glaciaire en Belgique. En effet, d'après les déterminations de M. le professeur L. de Koninck, confirmées par M. A. Renard, auquel l'échantillon a été soumis par notre ami, la roche de l'erratique offre, sans qu'il soit possible d'hésiter, tous les caractères du *schiste à paragonite.*

Or, tous les auteurs qui se sont occupés de pétrographie, sont d'accord pour affirmer, et entre les plus autorisés, MM. A. de Lapparent et Credner déclarent expressément

dans leurs publications (1) que cette roche n'a été rencontrée jusqu'à présent *in situ* qu'en deux gisements bien connus et fort éloignés l'un de l'autre : en Europe, dans le massif du St-Gothard, et en Amérique, dans l'état de Michigan, aux Etats-Unis.

Dans le cas qui nous occupe, on sera d'accord, pensons nous, pour écarter l'hypothèse d'une origine américaine, et il est également peu vraisemblable que notre échantillon roulé ait été détaché de son gisement par le marteau d'un géologue : celui-ci n'eût pas manqué de donner au fragment recueilli la forme normale d'un échantillon et les arêtes seraient restées vives. D'ailleurs un géologue n'eût pas conservé dans son sac d'excursion un échantillon de roche, pris aux cimes des alpes Helvétiques, pour l'abandonner aux environs de Beverst.

Notre bloc, détaché des arêtes du St-Gothard par la chaleur solaire et la congélation, a exécuté un assez beau voyage pour justifier le nom d'erratique que nous lui avons attribué. Porté lentement, dans le principe, sur le dos des glaciers alpins, roulé ensuite par les eaux dans la vallée du Rhin, peut-être repris par les glaces de fond, il a été enfin déposé au point où l'œil d'un observateur l'a fait recueillir.

Sa découverte semble confirmer les conclusions tirées de nos précédentes trouvailles (2) de fragments erratiques

(1) A. de Lapparent. *Traité de Géologie*, 2e éd. In-8°. Paris, 1885, p. 654 et p. 666.

Le même. *Cours de minéralogie*. In-8°. Paris, 1884, p. 358.

Credner. *Traité de géologie et de paléontologie*, 2e éd. In-8°. Paris, 1879, p. 102.

(2) É. Delvaux. *Sur la découverte de blocs erratiques scandinaves dans les plaines occidentales de la Belgique*. Communication préliminaire à la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique. In-8°. Bruxelles, 1883.

Le même. *De l'extension des dépôts glaciaires de la Scandinavie et de la présence des blocs erratiques du Nord en Belgique*. In-8°. Liége, 1883.

Le même. *Sur les derniers fragments de blocs erratiques recueillis dans la*

appartenant, sans conteste, au bassin du Rhin. Nous voulons parler des blocs de lave téphrinique de Niedermendig, des fragments de ponce et des cailloux de basalte de l'Eifel, recueillis par nous et par d'autres géologues, dans le bassin de la Meuse et dans celui de l'Escaut, en Belgique.

L'ensemble de ces trouvailles autorise les déductions que nous avons cru pouvoir présenter, à savoir qu'à un moment donné de l'époque quaternaire, les eaux du Rhin ont franchi les limites de leur bassin hydrographique actuel pour se répandre dans celui de la Meuse et peut être couvrir une grande partie de la surface de notre pays.

M. **Delvaux** donne lecture d'un travail *sur les cailloux de silex roulés contituant la base de l'étage yprésien sous la ville de Renaix*, observés dans un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn dans l'établissement de M. J. Dapctni-Denone et d'un autre sur le forage de Merxplas.

L'assemblée, sur l'avis favorable de MM. Firket, Lohest et Stainier, décide la publication de ces travaux dans les *Mémoires* du t. XVIII des *Annales*.

M. **Delvaux** présente un mémoire sur *les Puits artésiens du Hainaut occidental.*

MM. Dewalque, Lohest et Firket sont désignés pour faire rapport sur ce travail. Sur avis favorable des commissaires, le mémoire sera publié dans le t. XVIII des *Annales*.

Flandre occidentale et dans le Nord de la Belgique. In-8° avec carte. Liége, 1886.

Le même. *Sur l'exhumation du grand erratique d'Ondenbosch et sur les nombreux blocs isolés de roches granitiques scandinaves, récemment découverts dans la région.* In-8°. Liége, 1886.

A. Erens (le Dr). *Recherches sur les formations diluviennes du Sud des Pays-Bas.* Ext. des Archives Teyler. In-8°. Harlem, 1891.

M. **Delvaux** donne lecture d'un travail sur *les Puits artésiens de la Flandre.*

MM. Dewalque, Lohest et Stainier sont nommés commissaires. L'assemblée vote l'impression de ce travail dans les *Mémoires* du t. XVIII des *Annales* si l'avis des commissaires est favorable.

Après diverses observations de MM. Lohest et Delvaux, la séance est levée à midi et demi.

Séance du 19 *juillet* 1891.

M. G. Cesaro, président, au fauteuil.

La séance est ouverte à onze heures.

Le procès-verbal de la séance de juin est approuvé.

M. le président annonce une présentation.

Correspondance. — L'Académie des sciences, des lettres et des arts de Bohême annonce qu'elle tiendra sa première séance le 15 juin. (La circulaire est arrivée après la dernière séance). Des félicitations lui seront adressées.

Le secrétaire général donne des renseignements sur l'excursion aux Montagnes Rocheuses (2000 lieues), organisée à l'occasion du Congrès géologique international de Washington.

MM. M. Lohest et X. Stainier sont délégués par la Société à ce congrès.

M. E. Delvaux offre à la Société trois brochures qu'il vient de publier (V. plus bas). Remerciements.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la séance de juin sont déposées sur le bureau. — Des remerciements sont votés aux donateurs.

Dons d'auteurs.

E. Delvaux. Un instrument des temps préhistoriques actuellement en usage parmi les bûcherons aux environs de la ville de Mons. (*Bull. soc. d'Anth. de Bruxelles*, t. IX, 1890-91.)

— Premiers résultats des recherches zoologiques et anthropologiques entreprises dans les grottes de Bovenlanden (Sumatra), par le Dr Dubois. (*Ib.*)

— Un dernier mot sur l'homme tertiaire des Spiennes. (*Ib.*)

Me Hébert. Edmond Hébert. Extrait de la Revue internationale de l'enseignement du 15 déc. 1890. Extrait du discours de M. Hermite. Extrait du Mémoire de l'association des anciens élèves de l'Ecole normale du 11 janvier 1891.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. G. Dewalque, M. Lohest et Ad. Firket, sur la note de M. E. Delvaux concernant les *puits artésiens du Hainaut occidental* et de MM. G. Dewalque, M. Lohest et X. Stainier, sur la note relative aux *puits artésiens de la Flandre*, par le même.

Conformément aux conclusions des commissaires, ces travaux seront publiés dans les *Mémoires*.

Communications. M. **L. Piedbœuf** donne lecture d'un travail de M. Hosius sur le quaternaire de la Wesphalie. Il est prié d'en donner un résumé pour la *Bibliographie*.

M. **G. Dewalque** présente à l'assemblée une série de petits silex taillés, recueillis par M. H. David-Fischbach-Malacord sur la limite de l'Ardenne, à environ 650 m. au N. du château de Grimonster (Ferrières), vers le sommet

d'un petit ravin non représenté sur les cartes. La plupart de ces silex ne sont que des éclats, mais la roche est étrangère à la contrée.

M. X. Stainier donne lecture de la note suivante.

Présence du crétacé à Gesves et aux environs de Namur,

par X. Stainier, Dr en sciences naturelles.

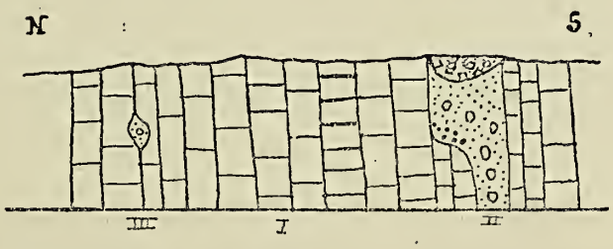
Les recherches de MM. Gonthier, Hock, Dewalque et Malaise ont montré que le crétacé avait, dans la province de Namur, une extension plus considérable qu'on ne le croyait. Je suis heureux de pouvoir indiquer quelques affleurements nouveaux, dont l'un est situé plus avant encore dans le Condroz.

Les endroits dans lesquels j'ai pu observer ces affleurements sont au nombre de trois : à Gesves, à Marche-les-Dames et dans la vallée de la Sambre, à Flawine et Floreffe.

1er *affleurement.* — De ces trois points, celui de Gesves est, sans contredit, le plus intéressant par les faits qu'on y observe et parce qu'il constitue l'affleurement crétacé le plus au S.-E de la région.

Cet affleurement s'observe à environ 9 kil. de la Meuse, à Gesves, dans le talus du chemin qui, des Forges, mène à Houyoux, et juste en face des bâtiments de la ferme.

Dans ce talus on remarque la coupe suivante :



I. Dolomies et calcaires à crinoïdes carbonifères.
II. Filon rempli de crétacé.
III. Cavité remplie de crétacé.

Comme on le voit, d'après cette coupe, le crétacé a été préservé, grâce à sa présence dans des crevasses du terrain primaire.

Le gisement n° II présente les particularités suivantes.

Vers le bas, sa largeur est d'environ 0m40 ; il est rempli d'un sable compacte, fortement argileux et glauconifère par places, à grains parfois très appréciables. Ce sable renferme des nids d'une substance d'un blanc un peu jaunâtre, pulvérulente ou agglomérée. On y rencontre en grande abondance des masses, du volume du poing ou plus, pouvant se rattacher à deux types. Le premier est représenté par du grès jaunâtre, peu cohérent, celluleux, paraissant n'être que du sable agglutiné et renfermant des lentilles d'une matière blanche, ayant souvent l'aspect de nummulites (*N. lævigata*), mais ne présentant aucun indice de structure organique. Le second type est représenté par des masses arrondies, très dures et très pesantes, paraissant formée d'une brèche à veinules cristallines de calcite et présentant des parties compactes et finement grenues, ressemblant à du marbre jaunâtre (1). Le tout présente assez bien l'aspect de certaines brèches carbonifères de la région et pourrait appartenir à ces roches.

A l'endroit où le filon s'élargit et s'épanche sur un banc de dolomie, se trouve un amas de sable brunâtre, probablement dolomitique et renfermant des boules de dolomie (produites sans doute par dissolution des arêtes).

A la surface, le filon est recouvert d'une couche de blocaux de dolomie, etc.

J'ai été assez heureux pour trouver dans le sable remplissant ce filon un fragment de *Belemnitella* dont la forme

(1) Plusieurs de ces masses présentent tout à fait l'aspect de roches phosphatées ; aussi je ne serais pas étonné que l'on y reconnût la présence de phosphate de chaux.

de l'alvéole semblerait indiquer qu'il s'agit de la *Belemnitella mucronata*. J'ai également trouvé plusieurs silex nullements roulés, branchus, de plus de 0m20 de long et d'une couleur brune à l'intérieur, légèrement translucides.

Le gisement n° III paraît entièrement clos et renferme les mêmes matériaux.

Dans le gîte n° II, j'ai vu plusieurs plaquettes de limonite appliquées sur les parois du filon.

On remarquera l'analogie du mode de gisement avec celui du crétacé de Pry (1), et avec la crevasse que M Hock (2) a découverte dans la dolomie carbonifère au N. de Seilles et où il a trouvé une gyrolithe hervienne.

M. G. Dewalque (3) a jadis signalé la présence de nombreux silex blonds, crétacés, sur la route de Haillot à Andenelle. Ce gisement et celui de Gesves sont les seuls actuellement connus sur la rive droite de la Meuse. Ils permettent cependant de supposer que jadis les mers crétacées de la rive gauche de la Meuse communiquaient avec les mers crétacées de Beaufays et des Fagnes.

Deuxième affleurement. — Dans le vallon de Marche-les-Dames, on observe en divers points une curieuse roche qui a déjà intrigué plusieurs observateurs. On peut surtout bien l'observer dans une ancienne carrière de psammites du Condroz, située dans le bois, entre l'abblaye et l'école. C'est une sorte de poudingue ou plutôt de gompholite friable, renfermant des cailloux de roches diverses, cimentées par une matière calcareuse et poreuse. Comme on sait, le ruisseau de Marche-les-Dames a jadis déposé près de son embouchure des masses considérables de tuf, dont il ne reste plus aujourd'hui que des traces. Dès lors, on voit

(1) Briart et Cornet. *Bull. acad. roy. de Belgique*, 1866.
(2) Hock. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. VI, 1878. *Bull.*
(3) G. Dewalque. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. V, 1877. *Bull.*

facilement quelle est l'origine du gompholite en question. Ce sont des fragments de roche affleurant dans la vallée, cimentés par le tuf déposé par le ruisseau. Or, dans ce gompholite on constate, à côté de roches rouges, probablement dévoniennes, d'innombrables cailloux d'un grès tendre, micacé, d'un beau vert tendre, offrant l'analogie la plus complète avec certains grès verts crétacés. L'énorme quantité de ces cailloux prouve la grande extension que le crétacé a dû avoir jadis dans le bassin du ruisseau de Marche-les-Dames.

Troisième affleurement. — Sur la rive gauche de la Sambre, entre Flawine et Floriffoux, s'étend à environ 800 m. au nord de la ferme de la Loche une sorte de terrasse, dominée par une crête de poudingue houiller et dont l'altitude varie de 110 à 130 m. On y observe une innombrable quantité de silex généralement blonds, arrondis parfois, souvent anguleux ou subanguleux. Ils sont plongés dans une sorte de limon jaunâtre, dont la couleur tranche nettement sur celle des terrains avoisinants.

Sur le plateau au N.-O. de la gare de Floreffe, où se trouve le puits Ste-Barbe du charbonnage de Floriffoux, on observe les mêmes faits, mais moins marqués.

En 1867, M. Gonthier [1] a signalé sur la rive gauche de la Sambre, près de Moignelée et du chemin de fer Tamines-Landen, un dépôt qui paraît être absolument analogue à ceux de Flawine et de Floreffe.

M. **E. Delvaux** fait passer sous les yeux des membres présents un échantillon de *calcaire carbonifère* provenant d'Hacquegnies. Rappelant sa découverte antérieure [2],

[1] Gonthier. *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 1867.

[2] E. Delvaux. Sur l'existence du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix, constatée par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Boucart, à Arc-Ainières. In-8°. Liége, 1891.

notre confrère ajoute qu'il a poursuivi, non sans succès, au cours de son levé géologique de la planchette de Frasnes, la recherche de jalons propres à établir le raccordement stratigraphique et à faire connaître l'allure du calcaire carbonifère entre Renaix et Tournai.

D'après des calculs basés sur les données inédites qu'il avait pu réunir, la surface du terrain primaire devait être rencontrée vers la cote d'altitude 10, dans le forage d'Hacquegnies. Les faits observés sont venus confirmer l'exactitude de ces déductions. Le puits de M. Evrard, brasserie St-Arnould, à Hacquegnies (1), a été arrêté, dans le calcaire carbonifère, à la profondeur absolue de 39 mètres. Or, le niveau de l'orifice étant à la cote 49, la surface du calcaire se trouve donc précisément à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le calcaire, compacte, noir bleuâtre, renferme quelques phtanites noirs (*chert* de M. G. Dewalque); il est rapporté par M. Delvaux aux bancs massifs intercalés dans les calschistes noirs (T 1 *d*, assise des Ecaussines de l'étage Tournaisien de M Ed. Dupont), qui fournissent la chaux hydraulique.

Notre confrère s'est encore assuré que les deux puits de la sucrerie de Frasnes-lez-Buissenal (2) ont rencontré la surface du calcaire carbonifère à la cote d'altitude 9. Le dernier foré, qui a un débit de 7000 hect., a pénétré dans ces bancs à plus de 30 mètres, sans en atteindre la base.

Les échantillons qu'il possède de ce forage appartiennent également à l'étage Tournaisien. Il en sera parlé ultérieu-

(1) Coordonnées géographiques, origine : l'intersection des routes de Tournai à Lessines et de Gand à Valenciennes. Long. ouest, 680 m.; lat. sud, 120 m.; planchette de Frasnes à l'échelle 1/20000.

(2) Coordonnées, origine : le clocher de l'église de Frasnes. Long. ouest, 700 m.; lat. sud, 420 m.; cote de l'orifice, 44; planchette de Frasnes XXXVII/4, même carte, même échelle.

rement, lors de la publication de la coupe détaillée de ces différents puits.

M. **L. Piedbœuf** présente divers fossiles des environs de Solingen et fait à ce sujet une communication dont la rédaction n'est pas encore parvenue au secrétariat. Elle paraîtra en appendice au prochain procès-verbal.

A cette occasion, diverses observations ont été échangées.

M. **Lohest**. — Il y a quelques années, M. Piedbœuf avait présenté à la Société une série de plantes fossiles trouvées dans le devonien inférieur des environs de Solingen.

M. Gilkinet, présent à la séance, fut frappé de la ressemblance que ces plantes offraient avec celles du dévonien supérieur de Belgique. Si je ne me trompe, il déclara ne pouvoir les distinguer.

M. Piedbœuf nous présente aujourd'hui un fossile animal provenant de ces couches où il avait précédemment récolté des végétaux. Chose remarquable, ce fossile, déterminé comme *Amnigenia rhenana*, Beush., *sp. n.*, présente à première vue une grande affinité avec l'*Anodonta Jukesi* du dévonien supérieur d'Irlande, généralement considéré comme un fossile d'eau douce. Or, à en juger par le caractère minéralogique des roches, les conditions de dépôt des sédiments de Solingen et celles de certaines couches des psammites du Condroz ont été sensiblement les mêmes.

Si l'âge géologique des couches fossilifères signalées par M. Piedbœuf est bien déterminé, et je suis porté à croire qu'il en est ainsi, il est fort intéressant de rencontrer dans le dévonien inférieur des fossiles à peu près identiques à ceux du dévonien supérieur, quoique stratigraphiquement séparés par les masses considérables de calcaire du dévonien moyen. J'ai antérieurement signalé des exemples analogues de réapparition de faune et de flore et j'ai émis l'hypothèse

que des oscillations du sol ramenaient à de longs intervalles des conditions biologiques analogues en un même point du globe.

Outre l'intérêt qui s'attache à ces fossiles de Solingen, cette découverte vient encore affirmer l'âge franchement dévonien de nos psammites du Condroz. On sait qu'un certain nombre de géologues américains seraient disposés à classer dans le carbonifère un ensemble de couches équivalentes à notre famennien supérieur.

M. **X. Stainier** signale un fait analogue dans l'assise de Rouillon, dans laquelle il a trouvé *Sphenoteris condrusorum* sur les bords de la Meuse.

Il est donné lecture de la note suivante.

Sur le transport et le déplacement des cailloux volumineux de l'Amblève,

par M. Lohest.

On sait qu'il est difficile d'expliquer comment de gros blocs arrondis sont situés, le long de la vallée de la Meuse, à une altitude de 70 mètres environ au-dessus du niveau du fleuve. En effet, ces blocs, dont le volume dépasse souvent un mètre cube, ont dû subir un long transport, puisqu'un certain nombre d'entre eux proviennent de l'Ardenne française.

Après le rigoureux hiver de cette année, la débâcle de l'Amblève s'est effectuée d'une manière particulièrement violente. Les bords de la rivière furent couverts d'énormes glaçons, formant parfois des accumulations de plusieurs mètres de hauteur. Supposant que cette puissante masse de glace étendue sur les rives avait pu transporter quelques-uns des cailloux volumineux, si nombreux dans le

lit de cette rivière, j'ai exploré le cours de la rivière depuis son embouchure jusqu'à Stoumont. Aux environs de Doux-flamme, je n'ai rien noté d'intéressant. Au Halleux, où des maisons avaient été entièrement dévastées par les débâcles et la presque totalité du hameau ensevelie sous la glace, j'ai fini par rencontrer dans un glaçon trois cailloux de la grosseur d'une tête d'enfant. A Quarreux, où le lit de l'Amblève est rempli d'énormes blocs, mes recherches avaient été infructueuses lorsque M. J. Orban me signala, dans sa propriété, deux cailloux du volume d'un quart de mètre cube manifestement transportés sur la rive par les glaçons. Enfin, jusqu'à Stoumont, mes recherches étant infructueuses, je n'ai pas cru nécessaire de les poursuivre plus loin.

Pour ce qui concerne le déplacement des cailloux au sein de la rivière, mes observations m'ont également fourni des résultats négatifs.

A Rivage, j'ai noté depuis plusieurs années la position de deux gros blocs. Ces cailloux, de quartzite revinien, dépassent le volume d'un demi-mètre cube. Situés en plein courant, leur surface n'est visible que rarement, après une période de sécheresse. Les inondations de 1890, qui n'ont guère été inférieures que de 30 centimètres à celles de 1880, ainsi que la débâcle de cette année ne paraissent pas les avoir déplacés.

Pour ce qui concerne les inondations, ce résultat n'est guère étonnant si l'on pense que la Seine, dans ses périodes de plus grande activité, peut tout au plus transporter le petit gravier par l'effet de sa propre vitesse, et que les gros blocs ne se déplacent actuellement dans les rivières que lorsque, reposant sur des graviers fins, l'eau courante parvient à ébranler leur support [1]. Mais les blocs que j'ai

[1] V. A. de Lapparent. *Traité de Géologie*, 2e édition, p. 211.

observés furent, cette année, emprisonnés dans la glace et ont dû résister au passage de la débâcle de l'Ourthe et de l'Amblève.

Toutefois mes observations ne me permettent pas de constater des déplacements inférieurs à deux décimètres. J'ajouterai que de mémoire d'homme la position d'un vieux tronc d'arbre, usé et arrondi, situé en plein courant près du pont du chemin de fer, à Liotte, ne paraît pas avoir été modifiée.

A moins d'invoquer des déplacements excessivement lents, je ne pense pas que, dans les conditions climatériques actuelles, on puisse expliquer le transport de blocs originaires de l'Ardenne française, tel que celui de la promenade de Cointe, près de Liége.

M. **Soreil**, d'accord en principe avec M. Lohest, estime cependant qu'il ne faut pas être trop absolu, car des exceptions ont été constatées. Il cite notamment les observations de Desfontaines sur le Rhin.

Cet ingénieur avait vu que de très gros blocs, dont l'existence en amont des hauts fonds ou barres était bien connue, avaient franchi ces obstacles en temps de crue et se trouvaient à une certaine distance en aval. Comment expliquer ce fait ?

L'accroissement de vitesse du courant était bien insuffisante pour produire l'effet constaté. Desfontaines fit battre des palplanches sous un de ces hauts fonds et il observa, après une forte crue, que, si le haut fond était en place, les palplanches avaient disparu. Le haut fond avait donc été emporté par la crue et il s'était reformé au même endroit lorsque les eaux avaient diminué de vitesse. Dès lors, on s'explique aisément le déplacement des blocs.

L'érosion du lit du fleuve s'était étendue jusqu'aux points qu'ils occupaient et n'étant plus soutenus, ils ont roulé sur

le plan incliné qui s'était momentanément substitué à la barre.

Des faits de ce genre peuvent se passer et se passent probablement dans nos rivières à cours rapide. Des érosions, dues à des causes diverses, peuvent se produire en aval de certains blocs et ceux-ci, manquant de point d'appui, seront entraînés plus ou moins vers l'aval.

Fédération archéologique. — M. G. Dewalque, délégué de la Société au Congrès de la Fédération, expose le résultat de l'examen qu'il a fait avec M. J. Fraipont de la question de la revision des statuts, qui sera débattue au Congrès Vu l'heure avancée, la discussion de cette affaire est ajournée.

Pour le même motif, semblable décision est prise sur la circulaire relative à l'*institution d'un Congrès national des sciences médicales et naturelles.*

Commission de comptabilité. — Cette commisson sera composée de MM. Bougnet, Destinez, Forir, Marcotty et A. de Vaux. Elle se réunira au commencement de novembre, sur la convocation du trésorier.

Session extraordinaire. — Après avoir entendu les propositions de MM. A. Briart et Soreil, l'assemblée décide que la session extraordinaire, les 30 et 31 août et du 1er septembre.

On se réunira le 29, à 8 heures du soir, à l'hôtel Dourin, à Charleroi, pour constituer le bureau et fixer le programme de l'excursion. Le dimanche, on ira de Couillet par Loverval à Acoz, à Gougnies et à Biesme (carbonifère, tertiaire, dévonien) : on logera à Mettet; le lundi, on visitera Fosses, Saint-Gérard et Danée (silurien, rhénan carbonifère) pour loger à Maredsous. Le mardi, on descendra la vallée de la

Molignée, en traversant deux fois le calcaire carbonifère. On arrivera à Yvoir à 6 heures 4 minutes soir.

Les membres désireux de prendre part à l'excursion sont priés d'en informer M. Soreil, ingénieur, à Maredsous, par Anthée, qui veut bien se charger de faire préparer les repas et les logements.

La séance est levée à une heure.

MÉMOIRES

NOTE

SUR LES

RAPPORTS DES ÉTAGES TOURNAISIEN ET VISÉEN

de M. E. DUPONT

AVEC SON ÉTAGE WAULSORTIEN,

PAR

C. DE LA VALLÉE POUSSIN.

Pendant l'excursion de la Société géologique de Belgique aux environs de Dinant en 1888, tout en exposant quelques-unes des observations que j'avais eu l'occasion de faire sur les calcaires carbonifères du pays, j'exprimai l'idée que la série de Waulsort telle qu'elle est comprise sur les levés géologiques de M. Dupont peut représenter tantôt un faciès particulier de l'étage tournaisien de ce savant, tantôt correspondre à certaines portions de son étage viséen inférieur. *(Ann. de la Soc. géol. de Belgique.* T. XVI, p. CXLIX.) Je crois utile de consigner ici quelques faits qui justifient cette interprétation.

M. Dupont avait remarqué déjà l'atténuation de sa 5e subdivision du tournaisien inférieur T^1e (calcaire avec phtanites noirs), à Falmignoul sur la feuille de Dinant. En examinant cet été la marche des couches carbonifères sur les flancs de la vallée de Tahaux (N. d'Hastières), je relevai le long d'un chemin qui descend du plateau la succession nettement développée des termes suivants: T^1a, T^1b, T^1c et T^1d, ce dernier étant formé, comme on le sait, par des calschistes. Mais je cherchai sans y parvenir,

le terme T^1e constitué par les calcaires d'Yvoir. En cet endroit, la zone T^1d des calschistes est surmontée par des calcaires gris remplis de lamelles crinoïdiques et enveloppant des silex translucides sur les bords et de nuance peu foncée. Ce sont des couches qui rappellent entièrement celles que M. Dupont désigne par *Wp* dans sa légende. Elles se lient intimement aux précédentes, et l'on ne peut soupçonner l'intervention d'une faille. Epaisses de trois à quatre mètres, elles sont suivies immédiatement par un massif dolomitique très considérable, lequel représente sans doute possible la dolomie de l'étage waulsortien (*Wo*).

A 150 mètres de distance, au Nord-Ouest, au delà de la croisière de la route d'Onhaye et derrière une maison sise au bord de la route d'Anthée, on taille des pavés et des moellons dans des calcaires d'un gris pâle, chargés de crinoïdes, renfermant des silex peu colorés (*Wp*) et partiellement transformés en dolomie (*Wo*). Là encore ils reposent sans intermédiaire sur T^1d et supportent cette même dolomie de Waulsort indiquée ci-dessus.

Ces faits se répètent en divers points des escarpements qui bordent la route d'Anthée; par exemple, à la bifurcation des chemins proches de la borne n° 5, dans les gorges qui se prolongent à l'est du hameau de Maurenne, etc. Dans toutes ces localités, des roches à noter comme waulsortiennes, si l'on s'en rapporte aux caractères qui ont guidé M. Dupont, sont superposées sans intermédiaire à la subdivision T^1d du tournaisien inférieur.

Ces dispositions stratigraphiques pourraient inspirer l'idée que la formation dite de Waulsort est en transgression par rapport à quelques-unes des subdivisions comprises dans les calcaires de Tournai; fait considérable s'il était établi et qui accentuerait évidemment l'auto-

nomie de l'étage de Waulsort. Il est vrai que dans les localités par moi visitées rien n'accuse à la limite mutuelle des deux étages des interruptions de sédimentation ou des ravinements comme en entraînent communément les transgressions. Mais des faits plus décisifs et qui me restent à mentionner ne permettent pas l'hypothèse de la transgression, et conduisent forcément à admettre que la formation waulsortienne vers sa base est un faciès hétérotopique du Tournaisien inférieur.

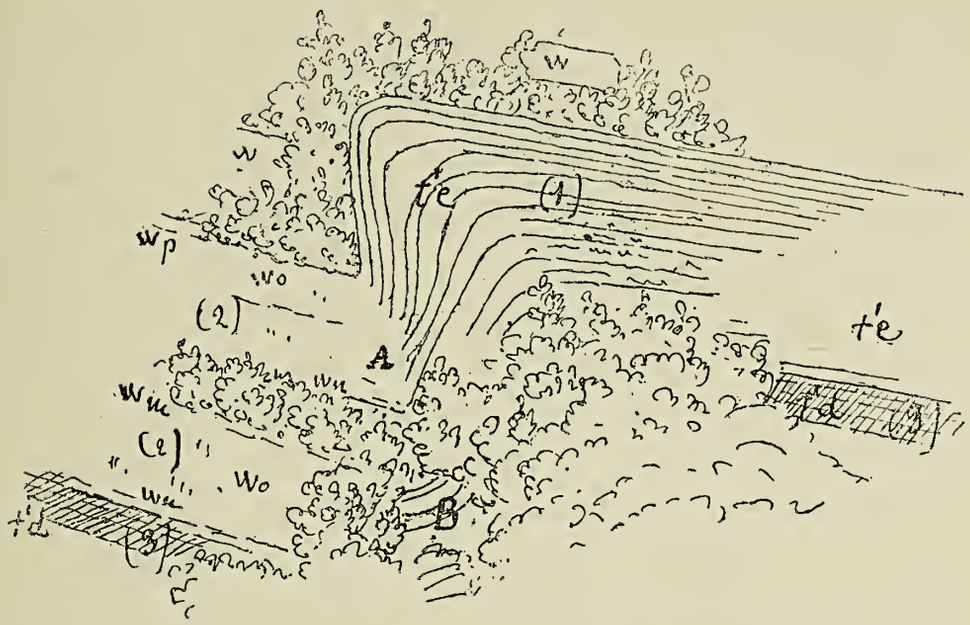
Pour s'en convaincre, il faut prendre le chemin de service placé à la gauche de la voie ferrée qui va d'Hastières à Waulsort et qui longe le pied des escarpements rocheux qui dominent la rive gauche de la Meuse. On y voit, comme je le montrai rapidement en 1888, le passage de la série d'Etrœungt du Dévonien supérieur au calcaire de Tournay avec un beau développement des termes qui constituent ce dernier, lesquels sont ramenés deux fois dans la coupe par suite d'un pli accompagné de faille. Cette année, en suivant ce chemin, étant parvenu à cent mètres environ à l'est d'une chapelle adossée au chemin de fer et vers la terminaison de la première série des couches de Tournai, je trouvai au pied de la montagne des blocaux et fragments formés de calcaire à veines bleues, de dolomie blanche, de calcaire subcristallin rempli de fossiles parmi lesquels de grands exemplaires de *Spirifer striatus*, en un mot des spécimens de roches waulsortiennes identiques à celles qui tombent fréquemment des rochers des *Pauquys*. D'après mes souvenirs et les cartes publiées de M. Dupont, on devait se trouver là en plein tournaisien, et ma première impression fut qu'on avait transporté en cet endroit des pierres provenant des affleurements waulsortiens recoupés plus avant par la voie ferrée. Mais en portant les yeux vers la partie supérieure de la montagne,

j'y reconnus une allure singulière du calcaire carbonifé-rien, que j avais remarquée dans des promenades antérieures sans parvenir à m'en rendre compte; et je résolus de faire l'ascension de ce versant fort escarpé, soupçonnant que les débris rencontrés au bas du talus y avaient leur point de départ.

Rien de plus net que la hauteur stratigraphique des couches en cet endroit. Les tranchées qui le précèdent depuis Hastières font voir la superposition régulière des subdivisions T^1a, T^1b, T^1c et T^1d. On est donc parvenu à la hauteur de T^1e. Et, en effet, on observe vers le dessus des escarpements une longue corniche formée de couches de couleur foncée et qui, même étant vue d'en bas, ont l'aspect de T^1e. Mais ce qui paraît étrange, c'est que les dites couches se replient brusquement sur elles-mêmes et s'abaissent en formant un monoclinal, puis disparaissent entièrement dans le restant visible de la coupe, leur place dans la série des superpositions étant remplie par des assises grises ou blanches plus ou moins massives, qu'on ne saurait confondre avec T^1e.

Je grimpai donc le long des flancs de la montagne et m'élevai jusqu'à une soixantaine de mètres au-dessus du niveau de la Meuse, de manière à atteindre au paquet de couches dont le reploiement suivi d'une disparition brusque me paraissait énigmatique. J'ajoute que cette ascension n'est pas chose aisée. L'accès des affleurements est très pénible : outre la raideur de la pente, il faut affronter un fourré de broussailles et de ronces qu'on ne viole pas sans égratignures.

Le diagramme suivant où l'on n'a reproduit que les connexions des roches les plus importantes au point de vue dont il s'agit ici, donnera l'idée précise de l'agencement des formations tournaisiennes et waulsortiennes dans cette région du bassin carbonifère.



(1). Roche calcaire d'un bleu noirâtre, à texture compacte ou n'enveloppant que des lamelles sporadiques de crinoïdes, à part un ou deux bancs de teinte moins foncée et qui sont plus riches en colonnettes de ces échinodermes. Certains lits renferment beaucoup de rognons de phtanites noirs ou d'un gris très sombre. Ces couches appartiennent à la subdivision T^1e, dont elles possèdent tous les caractères. La puissance de ce groupe de couches doit offrir de 15 à 20 mètres, mais on n'en voit pas distinctement les limites dans cette section. Dans leur prolongement à 50 mètres environ de distance à l'Est, les dites couches T^1e s'appliquent immédiatement sur les calchistes T^1d (voy. n° (3) du diagramme). Le paquet n° 1 pend d'abord vers l'axe de la montagne, avec une inclinaison de 40° à 45°, puis se replie brusquement en formant un angle droit avec sa première direction en même temps que les couches se redressent jusqu'à la verticale, et celles-ci viennent se souder (voir point A. du diagramme) au complexe n° (2).

(2) est une assise de composition hétérogène, dont la

stratification est tour à tour nette ou très confuse. On y trouve sur un espace restreint les principales variétés des roches waulsortiennes. Ainsi : des calcaires à veines bleues *(Wm)*; des poches pleines de coquilles semblables à celles qui hantaient les parages coralliens de Waulsort, comme *Productus cora*, *P. semireticulatus* (var. à gros plis), *P. mesolobus*, *P. undatus*, *P. Flemingii*, *Rhynchonella pugnus*, *Terebratula sacculus*, *Orthis* voisin de *resupinata*, *Euomphalus*, *Conocardium*, *Phillipsia*, de nombreuses colonies de Fenestelles, etc. On y trouve également des dolomies saccharoïdes et d'un gris de perle (*Wo*), des bancs de calcaire dolomitique ou crinoïdique avec phtanites blancs (*Wp*), des lits stratoïdes de calcaire blanc compact ou subcristallin (*Wn*). Le diagramme fait voir que l'ensemble de ces roches waulsortiennes affecte un pendage et une direction rapprochés de ceux des couches T^1e avant leur inflexion à angle droit. Au point A on voit converger les deux directions et les calcaires sombres crinoïdiques de T^1e passer aux roches pâles de (*Wn*). C'est donc encore là un de ces cas de juxtaposition de deux roches disparates qui se succèdent suivant un même horizon stratigraphique; et l'on sait que les calcaires dinantais en fournissent d'autres exemples frappants le long de la Meuse. Les roches n° (2) dépendant de la série de Waulsort ne sont accessibles qu'en peu de points dans cette coupe, soit à cause des broussailles, soit parce qu'elles se terminent par des parois coupées à pic. Toutefois, si l'on se fraie un chemin vers la gauche, on constate que la base de cette formation waulsortienne repose immédiatement sur les calschistes T^1d (n° 3 du diagramme). Le contact est visible sur plus de 15 mètres de distance. On aperçoit aussi en B, au milieu des éboulements et de la végétation, des couches arquées ayant les caractères lithologiques de T^1e et qui doivent buter contre la partie inférieure du n° (2).

Enfin quelques pointements de roches waulsortiennes (*W*) se montrent çà et là dans le bois touffu qui revêt la partie supérieure de la montagne.

En résumé, on observe, dans cette section naturelle, que les lits de calschistes T^1d situés à droite supportent un massif épais de couches appartenant à T^1e, tandis que les lits de ces mêmes calschistes situés à la gauche sont surmontés sans intercalation d'autre terme par les roches de Waulsort, lesquelles, à la partie supérieure, finissent par dominer à droite comme à gauche de la section.

On en conclut :

1° Que des dépôts à ranger dans le type waulsortien pour leurs caractères lithologiques aussi bien que pour leurs fossiles, se sont produits dans la mer carbonifère de Dinant, dès l'époque du Tournaisien inférieur de M. Dupont.

2° Que les lacunes apparentes qui s'accusent dans plusieurs coupes du pays à la base des roches waulsortiennes, ne dépendent pas d'une transgression mutuelle des étages, et n'impliquent aucun hiatus de sédimentation, mais doivent être attribuées à la variété de dépôts d'ailleurs synchroniques.

3° Que les dépôts de type waulsortien qui ont continué de s'opérer immédiatement après le dépôt de T^1e et ceux de la série de Chanxhe (Tournaisien supérieur de M. Dupont), furent simultanés, et que les roches si différentes de ces deux divisions correspondent à des faciès épisodiques. Ces faciès ont pu se succéder en un même point du bassin de sédimentation, comme M. Dupont l'a fait voir dans son levé de la feuille de Natoye, le long du riz de Coclin, à 500 mètres à l'ouest du hameau de Maibelle.

On vient de voir que le faciès corallien particulier de la mer carboniférienne, auquel M. Dupont a donné le

nom d'étage waulsortien, remonte sans contredit à la phase occupée par l'étage de Tournai; or, rien n'empêche qu'il ait persisté dans certains points du bassin en gardant des caractères à peu près semblables, en un temps où dominaient ailleurs des dépôts qu'on a classés dans l'étage viséen inférieur. Ce serait un fait à mettre en parallèle avec ce que nous savons du faciès corallien dans plusieurs sous-étages du système jurassique. (Conf. M. Neumayr, *Erdgeschichte.* II, p. 318 et seq. : de Lapparent, *Traité de géologie*, 2e éd., p. 1014.)

En 1888, je considérais comme probable que la subdivision de l'assise viséenne inférieure désignée par V^1a dans la légende et certaines portions de l'étage Waulsortien désignées par *Wn* qui s'en rapprochent lithologiquement, sont synchroniques. A cet égard, je reviendrai sur le premier pli synclinal renfermant des roches waulsortiennes et qu'on rencontre à la route de Givet en montant d'Anseremme à Falmignoul. Comme l'établit le levé de M. Dupont, ce pli synclinal dirigé de l'Ouest à l'Est s'étend de la vallée de la Meuse à la vallée de la Lesse qui le recoupe à plusieurs reprises. Sur les bords de la Meuse où il apparaît avec une régularité parfaite, il est constitué par un ensemble hétérogène de roches waulsortiennes, *Wm*, *Wp*, *Wo*, entourant un complexe puissant de couches de calcaires gris, ou gris violet, ou gris bleu, désigné par V^1a et qui ont été largement exploitées. M. Dupont n'y a pas observé ces lits d'un noir bleuâtre, à grains très fins, souvent stratoïdes, et qui donnent un caractère si tranché à la subdivision suivante, celle des calcaires noirs de Dinant (V^1b).

Transportons-nous à 500 mètres de distance à l'Est. Nous y rencontrons le même synclinal mis à découvert sur les deux flancs d'un promontoire étroit et élancé, qu'un méandre de la Lesse embrasse d'une de ses extré-

mités à l'autre. M. Dupont a jugé que cette section naturelle des terrains carbonifères valait la peine d'être reproduite dans son *Explication*. Il lui a consacré les fig. 1 et 2 de la pl. III, avec ce titre : Vue géologique de la rive droite de la Lesse entre les Fossés et les forges d'Anseremme. La structure de ce pli n'a plus ici la même simplicité que dans la vallée de la Meuse, étant coupé de deux failles bien accentuées par la direction des couches, mais qui ne jouent aucun rôle dans la question qui nous occupe. Or l'axe du pli dans cette section de la Lesse n'est plus occupé par les strates de la division V^1a, mais par 15 ou 20 mètres de calcaire noir, homogène, à grains fins, se débitant en plaquettes et qu'on ne peut rapporter lithologiquement qu'aux calcaires de Dinant V^1b. M. Dupont les a interprétés de la même manière sur son levé géologique de la feuille de Dinant [1].

Quant au complexe V^1a, si développé dans la carrière proche de la Meuse, on peut tout au plus lui rapporter, vers la crête du promontoire de la Lesse, quelques lits formés d'un calcaire gris un peu violacé qui reposent sur une masse puissante de dolomies du type de Waulsort, désignées comme *Wo* par M. Dupont, lesquelles dolomies passent progressivement au faciès *Wn* dans leur prolongement au pied de la hauteur.

[1] Sur les profils de la pl. III de l'*Explication*, M. Dupont ne tient pas compte de ce paquet de couches V^1b ; mais il est évident que c'est par inadvertance. Son levé géologique circonscrit parfaitement ce qui appartient à V^1b. Remarquons que, sur ce levé géologique des environs de Dinant, M. Dupont englobe dans la bande V^1a de la région des Fossés, à partir du fond de la vallée de la Lesse, une zone de 70 mètres environ de largeur qui renferme exclusivement des roches waulsortiennes. Il le fait contrairement à la coupe détaillée qui figure sur la pl. III de l'*Explication*. Le levé de M. Dupont assigne donc ici la date de l'étage de Visé à des roches du type de Waulsort. C'est précisément le fait dont je cherche à démontrer l'exactitude dans cette note.

La coupe récente du taillis qui recouvrait le flanc est du promontoire des Fossés, m'a permis d'épier avec plus de précision les relations de ces dolomies *Wo* avec les quelques lits assimilables à *V¹a*. J'ai pu constater que ces dernières couches se lient *latéralement* à des calcaires magnésiens qu'on ne saurait distinguer des roches waulsortiennes, et j'ai rencontré, à quelques mètres de l'axe du synclinal, un banc dont une partie était formée de calcaire noir bleuâtre (*V¹b*), et l'autre de calcaire gris pâle accompagné de dolomie du type *Wo*. Au point considéré, la deuxième subdivision de l'étage viséen (*V¹b*) se lie donc régulièrement et sans faille par sa base à des roches semblables à celles que M. Dupont fait rentrer à juste titre dans sa formation de Waulsort et qui font un même corps avec elle. Il s'ensuit que, dans un même paquet de couches, à un demi-kilomètre de distance et à la même hauteur stratigraphique, d'un côté l'on a des strates régulières de calcaire gris violâtre ou gris bleuâtre, d'aspect semblable à celles qui offrent une vaste extension dans le bassin de Dinant et notamment dans le Condroz, tandis que, de l'autre côté, on ne découvre guère comme correspondants que des roches identiques à celles qui avoisinent habituellement les amas coralliens de la formation de Waulsort, la deuxième subdivision, celle des calcaires noirs, couronnant le tout.

Ces faits étant acquis, je ne vois pas comment il serait possible de nier que des dolomies (type *Wo*) et des calcaires blancs (type *Wn*), d'appartenance waulsortienne les uns et les autres, sont les contemporains des couches inférieures de l'étage de Visé aux environs de Dinant. Il en résulte, me semble-t-il, un commencement de solution pour la difficulté la plus grave que soulèvent la composition et la structure générale de nos calcaires

carbonifères, depuis les savants travaux de M. Dupont. Cette difficulté consiste dans la présence, en un bassin d'origine marine, assez resserré, où la sédimentation paraît avoir été continue, de masses locales de calcaire parfois très puissantes, qui se terminent souvent brusquement, et qui accroissent dans une proportion très notable l'épaisseur générale du système dans les parages où elles existent. Les faits qu'on vient de consigner, en établissant durant la phase waulsortienne le synchronisme de formations d'aspect très différent et dont plusieurs sont susceptibles d'être aperçues jusqu'aux extrémités du bassin, écartent ce que j'appellerai le paradoxe géologique. Il reste à comprendre le développement exubérant qu'affecte en certains points favorisés ce complexe hétérogène, et il y a là sans doute matière à des recherches. Mais la difficulté est singulièrement amoindrie !

QUELQUES PARTICULARITÉS REMARQUABLES

DE LA

PLANCHETTE DE HERVE

Roches crétacées, argiles à silex, phosphate de chaux, sable et argile tertiaires,

PAR

H. FORIR.

Le levé géologique de la planchette de Herve, que j'ai exécuté pendant les vacances dernières, m'a fourni l'occasion de constater certaines particularités remarquables, que je crois intéressant de publier actuellement, aussi succinctement que possible.

Roches crétacées. Il ne me semble pas opportun d'indiquer dès à présent la nouvelle classification que je crois devoir proposer pour le système crétacé, pas plus que d'entrer dans la description étendue des roches crétacées de la région, description suffisamment connue par les remarquables travaux de Dumont (1) et par les traités généraux sur la géologie de la Belgique de MM. G. Dewalque (2) et M. Mourlon (3).

Mais il me paraît utile de signaler quelques détails locaux, qui ne sont pas sans importance.

(1) A. Dumont. *Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires*, édités par M. Mourlon, t. I. Bruxelles, 1878.

(2) G. Dewalque. *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*. Bruxelles, 1868.

(3) M. Mourlon. *Géologie de la Belgique*. Bruxelles, 1880-1881.

Parmi ces détails, l'un des plus curieux nous est fourni par la coupe du chemin fortement encaissé qui réunit les hameaux de Bouxhmont et de Margarins, au N. de Battice.

Le hameau de Bouxhmont, bâti à l'altitude moyenne de 275 à 285 mètres, repose sur la marne blanche, qui y affleure en plusieurs endroits et que l'on a exploitée dans une petite carrière située au cœur même du village.

A partir de la courbe de niveau de 275 mètres, les tranchées des deux côtés du chemin précité présentent des affleurements d'argilite avec psammite glauconifère, puis, en dessous de l'altitude de 265 mètres, des affleurements de smectique, passant à l'altitude de 250 mètres à du sable glauconifère (hervien, Dt.), lequel se remplit de cailloux roulés pisaires à miliaires de quartz blanc et de phtanite noir à l'altitude de 245 mètres, où il surmonte le sable blanc (aachénien, Dt.), légèrement glauconifère sous le lit de cailloux rouillés, violacé, trente centimètres plus bas et contenant alors des fragments de lignite. Le contact de ce sable avec le schiste houiller, que l'on voit à l'altitude de 240 mètres, est masqué par la végétation.

Cet affleurement de sable aachénien, dont Dumont ne semble pas avoir connu l'existence, est le plus occidental de la région. L'affleurement le plus rapproché se voit dans la tranchée du chemin de fer de Waucomont à 2200 m. au S. et à 1000 mètres à l'E. de ce point.

Mais ce n'est pas là le côté le plus remarquable de cette coupe. A partir de l'altitude de 265 mètres, la smectique, puis les sables hervien et aachénien sont recouverts d'une couche, d'épaisseur variable, atteignant 3 mètres en certains points, d'une argile noire, contenant, par place, des fragments peu volumineux de schiste houiller, et qui n'est autre chose qu'un produit d'altération de cette roche.

Comment expliquer la présence de ce schiste en ce point, alors que nulle part, dans le voisinage, le système houiller n'occupe une altitude aussi élevée, tel est le problème qui s'impose et que je n'ai pu résoudre encore, jusqu'à présent, d'une façon satisfaisante. Ces schistes seraient-ils des déblais provenant d'une ancienne exploitation? Cela semble peu probable étant donné leur profond état d'altération; nous devons reconnaître cependant qu'ils constituent un niveau aquifère, ce qui peut avoir favorisé leur désagrégation. Je me borne à signaler le fait, sans chercher à l'expliquer davantage [1].

Phosphate de chaux et argiles a silex. Les nombreuses recherches de gisements de phosphate de chaux qui ont été faites dans la région m'ont fourni l'occasion de faire une étude approfondie du contact de l'argile à silex et de la craie. De nombreux puits de recherche ont été creusés au voisinage de la grand'route de Visé à Bleyberg entre Kruppelstock, Hagelstein et Merckhof, au N. d'Aubel, ainsi qu'à Battice et en beaucoup d'autres points situés en dehors du territoire de la planchette,

[1] Au cours de la publication de ce travail, j'ai reçu de mon savant maître, M. le professeur Ad. Firket, auquel je me plais à exprimer ici mes remerciements, les renseignements suivants qui lèvent toute espèce de doute sur le point en litige.

« Il résulte des recherches faites dans les archives de l'administration des « mines qu'il a existé très anciennement à l'W du chemin vers Margarins, à « environ 60m du point marqué sur votre carte (contact du sable aachénien et « du sable hervien) un puits de mine désigné comme : *vieux bure du canal » d'écoulement supérieur descendu sur la couche dite veine de Herve.* »

« Il me paraît probable que le schiste houiller altéré et l'argile noire (qui ne « serait aussi qu'une altération plus complète de ce schiste), que vous avez « trouvés dans les environs, ont pour origine le puits en question, dont le « terris aura été en partie nivelé intentionnellement pour la remise en culture, « en partie déplacé par les pluies vers la partie sud du sol, par suite de sa décli- « vité dans cette direction. »

22 Décembre 1890.

tant en Belgique qu'en Hollande. Mais tous ces travaux sont restés infructueux et l'on peut dire, d'une façon générale, que l'on n'a pas découvert jusqu'à présent de gisement de phosphate de chaux exploitable, à ce niveau, sur la rive droite de la Meuse.

Je pense avoir trouvé la cause de cette stérilité. Il semble maintenant hors de doute, grâce aux remarquables recherches de notre confrère M. Lohest [1], que le phosphate de chaux est le résidu de la dissolution de la craie grossière à silex bruns et gris, qui forme la transition entre l'étage sénonien et l'étage maestrichtien.

La craie étant plus soluble dans les eaux météoriques que le phosphate tricalcique, celui-ci reste comme résidu avec les silex, lorsque l'action dissolvante ne s'est pas prolongée trop longtemps. Ainsi s'explique l'absence du phosphate de chaux sur les Hautes-Fagnes et sur les hauteurs comprises entre la vallée de l'Ourthe et celle de la Meuse, où l'on remarque cependant des gisements, parfois considérables, d'argile rouge à silex, mais où toute la craie a disparu.

La région des plateaux de Herve forme une transition entre les dépôts de la Hesbaye et ces derniers gisements. La craie s'y trouve encore avec une épaisseur notable, mais, entre la craie et l'argile à silex connue, se trouve une couche peu puissante, ne dépassant nulle part quatre mètres, d'une argile brune, très compacte et sans silex à la base, devenant plus claire et contenant alors des silex cacholonisés entiers cylindroïdes, puis grise et sableuse, et contenant encore des silex cacholonisés entiers, plus volumineux, noduleux ou ramuleux, à la partie supérieure.

(1) M. Lohest. *Le Conglomérat à silex et les gisements de phosphate de chaux de la Hesbaye.* Ann. Soc. géol. de Belg., t. XII, Mém., pp. 41-48, 1884-85.

Cette argile est le produit de la dissolution, non plus de la craie grossière, mais de la craie blanche, et, ce qui le prouve, c'est que les silex cacholonisés qu'elle contient, ne sont que l'altération des silex noirs et brun-foncé de la craie proprement dite. Chose remarquable, tandis que les silex gris de l'argile rouge-brun supérieure sont à peine altérés superficiellement, l'altération a été jusqu'au cœur des silex de couleur foncée de la couche sous-jacente, au point qu'il est difficile d'en rencontrer un, où l'on voie la transition de la matière inaltérée à la partie blanche, happant fortement à la langue; ce fait dénote une différence notable de constitution moléculaire pour les silex de la craie blanche et ceux de la craie grossière, différence qui se décèle du reste par la moindre translucidité et la grossièreté relative du grain de ces derniers.

La présence de cette argile à silex cacholonisés a une importance considérable (1) *au point de vue industriel; elle semble exclure, d'une façon absolue, la présence du phosphate de chaux exploitable*, qui devrait se trouver renfermée entre elle et la couche d'argile rouge brun à silex gris, ainsi qu'il résulte de l'examen approfondi de plus de quatre-vingts puits que j'ai eu l'occasion de visiter.

Si l'on tient compte de cette altération de l'étage crétacé, plus avancée dans le pays de Herve que dans la Hesbaye et des profondes dénudations qui ont donné au sol de cette partie de la Belgique un relief tout particulier, on est amené à admettre que la rive droite de la Meuse a dû émerger un temps assez long avant la rive gauche, ce qui a permis aux agents atmosphériques d'y

(1) Au point de vue de la génération de la couche de phosphate, elle confirme entièrement la matière de voir émise par M. Lohest et admise actuellement par l'immense majorité des géologues; cette note m'eût paru superflue sans les réserves que M. G. Schmitz a cru devoir faire à la p. 204 de son travail intitulé : *Les phosphates de chaux de la Hesbaye* (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XVII, pp. 185-210, 1889-1890), sans s'en expliquer davantage du reste.

poursuivre leur œuvre destructive d'une façon plus accentuée.

Roches tertiaires. Des dépôts tertiaires peu étendus ont été signalés sur le territoire de la planchette de Herve par A. Dumont et par MM. Briart, Cornet et Rutot.

Les renseignements fournis par Dumont sont peu précis. Nous ne parlerons pas des quelques mots qu'il consacre à ces dépôts dans son *Mémoire sur la Constitution géognostique de la province de Liége (Mém. cour., etc. in-4° de l'Académie royale de Belgique*, t. VIII, p. 321, 1832). A la page 133 du tome II de ses *Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires* (1), se trouve le paragraphe suivant, qui mérite d'être rappelé:

" Système tongrien, étage inférieur.... *Sable simple à* " *grains moyens.* — Sable à grains moyens ou demi-fins, " assez égaux, plus anguleux qu'arrondis, ordinairement " jaunâtres, quelquefois blanchâtres;... On y trouve quel- " ques cailloux, de sorte que cette partie inférieure se " rapporterait au gravier qui forme la base du système " tongrien. *Localités*:.....; entre Hagelstein et Neufchâ- " teau. „

Enfin, à la page 163 du tome IV des mêmes mémoires posthumes, on lit les lignes suivantes, qui complètent heureusement le précédent paragraphe.

" .....entre Hagelstein et Neufchâteau, sable blanc et " jaune à lignites, ressemblant au terrain crétacé infé- " rieur, mais qui ne peut cependant lui être rapporté, " parce qn'il se trouve au-dessus de la craie blanche. „

A la séance du 16 mai 1875 de la Société géologique, MM. Briart et Cornet (2) signalaient la présence de

(1) A. Dumont, *Mémoire sur les terrains crétacés et tertiaires*, édité par M. Mourlon. Bruxelles, 1878-1882.

(2) *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. II, p. LXXIII.

" sable blanc, micacé, avec trace de lignite, débris de " coquilles, veiné en divers sens par du sable brun ou " jaune-rouge „ sable qu'ils rapportent à l'assise de Vliermael (tongrien inférieur) en se basant uniquement sur le caractère pétrographique, dans la tranchée (1) qui suit immédiatement celle de la Croix-Polinard, vers Battice.

A la séance du 20 juin 1875, M. Rutot (2) signalait, à son tour, la présence d'un second gisement du même sable dans la tranchée qui se trouve au croisement de la voie ferrée et de la route de La Planck, à 100 mètres de la station de Battice.

Les coupes signalées par ces messieurs sont malheureusement recouvertes aujourd'hui d'éboulis et en grande partie gazonnées, de sorte qu'il m'a été impossible de les comparer avec les dépôts que j'ai découverts récemment.

Ces derniers dépôts sont presque tous situés à quelques mètres au S. de la route de Visé à Bleyberg.

Le premier et le plus remarquable de tous se trouve à l'W. du croisement de cette route avec le chemin de Neufchâteau, à l'altitude de 235^{m} à 240^{m} ; il se compose de sable blanc micacé, exploité sur une épaisseur de 2 mètres, veiné de brun et de jaune dans toutes les directions ; il est recouvert de 30 centimètres de sable brunâtre, contenant des silex roulés et des cailloux de quartz blanc, peu nombreux, de la grosseur d'un œuf de pigeon ; ce sable est lui-même surmonté de 0^{m},70 de limon sableux, gris ou brun.

Un peu plus bas, au N. du chemin de Neufchâteau, à l'altitude de 230 mètres, se trouve une petite carrière

(1) Planchette de Herve au 1 : 20.000 de l'Institut cartographique militaire, sous le mot *Plateaux*. Altitude : 305 mètres.

(2) *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. II, p. LXXXII, 1874-1875. Altitude : 330 mètres.

ouverte pour l'empierrement des routes, sur une hauteur de 2^{m}80, dans un dépôt de cailloux roulés à stratification enchevêtrée, dans lequel se voient des lits contournés et interrompus de sable micacé jaune. Ces cailloux roulés constituent, sans conteste, la base du dépôt sableux.

En continuant à s'avancer vers Neufchâteau, on trouve, dans le talus N. à l'altitude de 225 mètres, un peu avant le premier carrefour, une couche d'argile légèrement sableuse, bigarrée de gris et de jaune, parfaitement délayable, présentant beaucoup d'analogie avec celle qui accompagne le sable de Vliermael, et qui appartient vraisemblablement au même dépôt que le sable et les cailloux roulés.

Si nous remontons sur la grand'route, nous apercevons bientôt, à l'E. de la 8e borne, à 225^{m} d'altitude, une nouvelle exploitation de sable, ayant atteint une profondeur de dix mètres sous le niveau de la route.

Le sable blanc, micacé, analogue au précédent, est recouvert de 2^{m} d'argile sableuse tertiaire, semblable à celle décrite plus haut et de 1^{m}30 d'une argile brune, contenant un mélange de silex anguleux et roulés, de toute grosseur.

Entre la 9e et la 10e borne kilométrique, à l'altitude de 285 mètres, des travaux superficiels et de nombreux puits de recherches de phosphate nous montrent la même superposition, avec cette différence, toutefois, que l'argile sableuse contient de nombreux blocs de grès rouge extérieurement, blanc intérieurement, dus probablement à la cimentation des grains de sable sous les influences atmosphériques.

Vis-à-vis de la 12e borne, au N de la route, à la même altitude, nouveau puits de recherche, présentant, de haut en bas, la coupe suivante : de 0^{m}00 à 0^{m}60 limon mêlé de fragments et de cailloux roulés de silex.

De 0^m60 à 2^m80 sable blanc micacé plus ou moins argileux.

De 2^m80 à 9^m00 argile rouge à silex gris et blonds, anguleux.

De 9^m00 à 9^m30, argile brune à silex noirs cacholonisés.

Une quinzaine de mètres plus à l'E, au S. de la route, autre puits ne montrant plus que 0^m90 de sable tertiaire surmonté de 0^m70 de limon analogue au précédent.

Arrivés à Merckhof, abandonnons la route du Bleyberg, pour prendre celle qui conduit à La Clouse. Une vaste carrière de sable est ouverte, au N. de cette route, à 400 mètres de Merckhof, vis-à-vis du chemin descendant vers Cosembourg, à l'altitude de 290 à 295 mètres. Le sable y a été exploité sur une épaisseur de 6^m50 ; au-dessus, se trouve un mètre de limon légèremont sableux, ordinairement dépourvu de silex, mais en contenant par places, de nombreux débris et cailloux. Le sable est identique à celui que nous avons décrit précédemment; il est rougi, à sa partie supérieure, par les infiltrations superficielles

Il se retrouve, dans le chemin vers Cosembourg, jusque l'altitude de 290 mètres, dans le petit accotement occidental ; puis, le sous-sol est masqué et enfin, à l'altitude de 285 mètres, du même côté se voit une petite excavation d'où l'on a extrait de la marne [1]. La puissance de la couche de sable ne dépasse donc pas dix mètres en cet endroit.

Enfin, le dernier dépôt de sable tertiaire que j'ai pu étudier est situé beaucoup plus au S., à une petite distance de Clermont, à 40 mètres à l'E. de la route de

[1] Ce chemin montre la coupe complète depuis le smectique jusqu'au sable tertiaire.

Liége à Aix-la-Chapelle. Le sable affleure dans le chemin le plus septentrional compris entre les bornes kilométriques 26 et 27, à l'altitude de 345 mètres. On peut le suivre sur un parcours de 150 mètres environ et on y voit nettement sa superposition sur la marne blanche, affleurant également dans le chemin. Les caractères sont absolument les mêmes que ceux que nous avons observés dans tous les autres gisements.

Remarquons, en passant, que nulle part, nous n'avons trouvé, ni dans le sable, ni dans l'argile de débris de coquilles, comme en ont signalés MM. Briart et Cornet.

La présence de ce sable sur tous les points culminants du territoire de la planchette de Herve semble indiquer un vaste dépôt tertiaire qui aurait autrefois recouvert le sol de toute la région et qui serait disparu presque totalement durant la période pendant laquelle le sol du pays de Herve a pris son relief actuel, et par les mêmes causes qui ont produit ce relief.

Le voisinage du dernier affleurement et de ceux qui ont été reconnus par MM. Briart, Cornet et Rutot, semble confirmer l'âge tertiaire de ces derniers dépôts, âge qui avait été mis en doute.

Il ne semble pas douteux non plus que ce dépôt soit la continuation de la vaste nappe connue sous le nom de sable de Rocour, dont l'âge tongrien a été remis en question dans ces derniers temps et dont les sables tertiaires des Hautes Fagnes et des plateaux du Condroz semblent, vu leurs analogies pétrographiques et stratigraphiques, être d'autres représentants.

Liége, le 16 novembre 1890.

H. FORIR.

ÉTUDE SUR L'ASSISE DE ROUILLON

PAR

X. STAINIER,

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES.
MEMBRE DE LA COMMISSION DE LA CARTE GÉOLOGIQUE.

Comme on le sait, M. J. Gosselet, à la suite de ses recherches sur le dévonien du bord septentrional du bassin de Dinant, y a établi les divisions suivantes :

Gedinien
Taunusien
Hunsruckien
Ahrien
Poudingue de Burnot
Grauwacke de Rouillon.

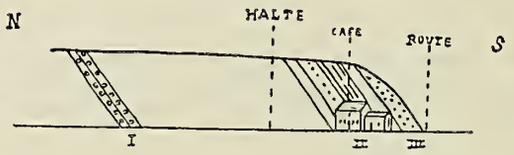
Dans cette classification, tous les poudingues de la partie supérieure sont rangés dans l'assise de Burnot.

Or, depuis quelque temps, à la suite de courses faites pour le levé au 1/20000 des planchettes de Naninne et de Malonne, j'ai pu observer qu'il y a, à la limite des assises de Burnot et de Rouillon, un ou plusieurs bancs de poudingue, très différents du poudingue type sous-jacent et qui, je crois, pour des raisons stratigraphiques et paléontologiques que je vais exposer, doivent être rattachés à l'assise de Rouillon.

Dans le but d'établir nettement sur quoi je base cette opinion, je vais décrire quelques-unes des coupes que j'ai étudiées dans la région de la Meuse d'abord, puis vers l'Est et l'Ouest.

RÉGION DE LA MEUSE.

Bande de Tailfer : Coupe dans l'escarpement en face de la halte de Tailfer.



1. Banc de poudingue de Burnot type.
2. Espace occupé par des schistes rouges cachés par la végétation.
3. Banc de grès poudingiformes burnotiens, alternant avec des schistes rouges.
4. Le contact est caché par la maison mais juste au tournant de la route on voit un banc de poudingue incl. S = 55° dir. E-10° S. Il renferme des restes de végétaux.

A quelques pas de l'origine de la route, un sentier qui grimpe sur l'escarpement, montre superposés au poudingue des grauwackes amaranthes, des schistes rouges et verts de l'assise de Rouillon.

En continuant à suivre la route des Fonds de Lustin, on remarque bientôt dans le talus, en face d'une villa, un second banc de poudingue semblable au premier.

Comme le poudingue en question est aisément accessible à Tailfer et qu'il s'y présente très bien caractérisé, nous le prendrons comme type et nous allons le décrire immédiatement, en indiquant aussi en quoi il diffère du poudingue de Burnot.

La pâte de celui-ci est généralement gréseuse et rougeâtre, tandis que, dans le poudingue de Tailfer, elle est verte, plus ou moins pâle suivant la proportion de l'élément quartzeux.

Dans le poudingue burnotien, les cailloux sont généralement de grès, de quartzite gris ou noir ; le quartz blanc

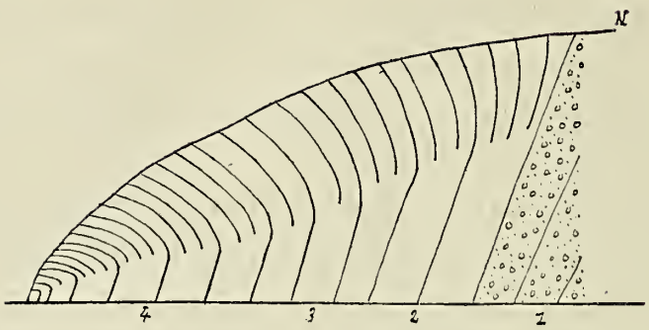
est rare. Dans le poudingue de Tailfer, les mêmes roches existent, mais le quartz blanc est dominant et parfois seul représenté. On y rencontre souvent de curieux cailloux de quartz rose limpide.

Ce qui est très caractéristique du poudingue de Tailfer, c'est la présence d'enduits abondants, bruns ou violacés manganésifères. Ces enduits tapissent tous les joints, les cailloux et leurs alvéoles. Le poudingue de Tailfer possède une tendance naturelle à se diviser suivant des surfaces bien nettes où l'on voit, sur un fond verdâtre, de nombreuses taches blanches, rondes, qui sont les sections des cailloux de quartz. Cet aspect est typique et bien différent de ce que l'on voit dans le poudingue de Burnot, où les cailloux restent généralement en saillie. Les traînées de graviers si caractéristiques des grès poudingiformes burnotiens font absolument défaut dans le poudingue de Tailfer.

En résumé, le facies des deux poudingues est si différent qu'il est aisé, en pratique, de les distinguer à première vue.

Il est facile de suivre l'affleurement du poudingue de Tailfer sur le flanc nord des fonds de Lustin, sur une distance de plus de 5 kilomètres vers l'E.

Récemment on a ouvert une carrière dans le bois d'Arche, sur la route qui descend de la ferme Morimont vers la carrière de marbre. Cette carrière a mis au jour une coupe remarquable et probablement la plus intéressante qu'il soit possible de voir actuellement dans l'assise de Rouillon.



1. Poudingue de Tailfer, incl. S = 65°, dir. E-15°S. Il renferme des traces de malachite et des restes de végétaux.
2. Psammite tendre, gris ou verdâtre, bondé de restes végétaux d'une belle conservation (cailloux épars).
3. Grauwacke amaranthe.
4. Alternance de schistes psammitiques verts, rouges ou jaunâtres, bigarrés.

En descendant le chemin creux qui mène à la carrière de marbre, la coupe continue et l'on voit encore la même alternance, mais les schistes et les grauwackes rouges finissent par dominer complètement et l'assise de Rouillon a repris son aspect habituel.

Cette coupe, qui nous montre un bel exemple d'inflexion de têtes de bancs, est intéressante en ce qu'elle exhibe les rapports du poudingue avec les couches qui le surmontent et qui renferment les mêmes cailloux et les mêmes végétaux que lui. Elle montre aussi combien l'assise de Rouillon peut changer rapidement d'aspect pour des causes probablement toutes locales. En remontant le chemin vers la ferme Mormont, on voit que le poudingue de Tailfer présente ici une épaisseur considérable.

Bande de Profondville. Sur la route qui conduit de la gare de Lustin vers le tunnel on trouve une excellente coupe qui donne la composition de toute l'assise de Rouillon.

On y observe du S. au N.

Burnotien :

1. Alternance de schistes rouges, de grès rouges et de grès poudingiformes, incl. N = 60°, dir. E-20° S.

Rouillonien :

2. Banc de poudingue de Tailfer, 3 m.

3. Alternance de schistes rouges et de grauwacke amaranthe avec taches vertes, qui parfois sont des restes de végétaux.

4. Givetien.

Le poudingue présente exactement les mêmes caractères qu'à Tailfer, mais il n'y a plus qu'un seul banc. On le retrouve bien caractérisé à Profondville, dans l'escarpement appelé " Bois de Hulle „. En suivant la nouvelle route qui contourne cet escarpement et qui mène au cimetière, on voit d'abord les schistes rouges et les poudingues burnotiens, puis, presqu'au premier tournant de la route, le banc de poudingue de Tailfer suivi de la grauwacke de Rouillon sur le restant de la route. Le poudingue forme un escarpement dans le bois, jusqu'au sommet de la colline.

Plus à l'E., à Bois de Villers, on retrouve le même banc de poudingue, mais altéré, dans une tranchée entre les bornes 5 et 6 de la grand'route de Wépion.

Bande de Burnot. Dans le talus qui borde le chemin de fer, juste contre le pont jeté sur la route des fonds d'Hestroy, on observe au-dessus du burnotien un banc de poudingue de Tailfer qui n'a qu'un pied d'épaisseur. Il semble donc que ce poudingue diminue d'épaisseur à mesure qu'on s'éloigne du littoral du Condroz.

Plus à l'E. on rencontre encore le poudingue de Tailfer mieux caractérisé à Lesve, dans une tranchée de la grand'route de St-Gérard à Wépion, à la borne 8 k. 3.

Comme on le voit, il existe dans la vallée de la Meuse, au-dessus du poudingue de Burnot type, un horizon d'un poudingue particulier, se présentant toujours au même niveau avec une continuité remarquable et une constance de caractères bien frappante. C'est en me basant là-dessus que je me suis autorisé à détacher ce poudingue du burnotien pour le rattacher à la grauwacke de Rouillon, avec laquelle il se relie paléontologiquement et stratigraphiquement.

Dans le but de reconnaître l'extension orientale du poudingue de Tailfer, je me suis rendu dans la vallée du Hoyoux, où je l'ai aisément retrouvé, avec une similitude de caractères très curieuse. Voici la coupe que j'ai levée entre Régissa et Barse (rive droite) :

1. En face de la gare de Régissa on observe les derniers bancs de poudingue de Burnot, puis vient jusqu'au premier tournant de la route vers Barse un complexe de grès rouges et les schistes grossiers rouges burnotiens.

2. Juste au tournant, il y a dans l'escarpement une toute petite emprise où l'on vient d'extraire du ballast : c'est le poudingue de Tailfer des mieux caractérisés, incl. S = 25, dir. E-5° S.

3. Au-dessus, on voit quelques petits bancs d'un beau grès ou psammite vert avec cailloux sporadiques et qui passe insensiblement à un banc poudingiforme.

4. Vient ensuite un grand espace occupé par des schistes rouges alternant avec des grauwackes et des grès rouges.

5. En face de la borne 6, on voit alors des deux côtés de la vallée de gros bancs de poudingue où les cailloux blancs sont beaucoup plus abondants que dans le poudingue de base.

6. Il y a ensuite un espace où aucune observation n'est possible.

7. On voit alors des bancs de poudingue à pâte vert sombre et à cailloux foncés, reposant sur un peu de grès sombre.

8. Espace sans affleurement, mais sur la rive gauche, on voit que cet espace est occupé par de la grauwacke amaranthe avec débris de végétaux.

9. En face de l'estaminet " au Vieux Pont de la Forge ", on voit apparaître des bancs réguliers d'un poudingue à innombrables cailloux de quartz blanc juxtaposés presque sans ciment.

C'est la roche qui est préférée pour les ouvrages de haut-fourneau et exploitée surtout à Marchin; incl. N. = 50°, dir. E. 10° S. Vers le bas deux petites couches de calschiste gris y sont intercalées. J'y ai trouvé les mêmes restes de végétaux qu'au bois d'Arche.

10. On voit ensuite du calschiste et du grès gris à végétaux sur un faible espace, puis du macigno vert sombre.

11. Calcaire dévonien.

Déjà depuis longtemps, on avait reconnu que les bancs supérieurs de poudingues dans la vallée du Hoyoux présentaient un facies différent de celui du burnotien type, mais on n'avait jamais songé à les séparer et à les assimiler à la grauwacke de Rouillon.

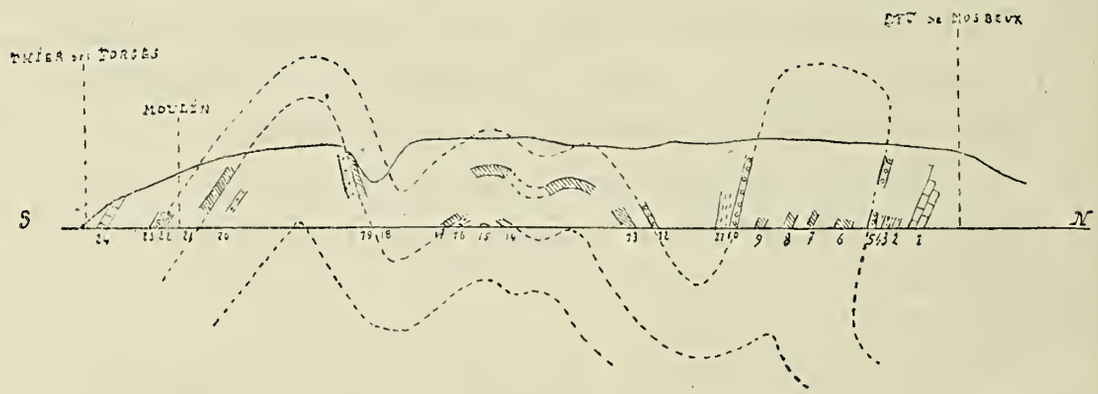
On retrouve pourtant, dans la coupe que nous venons de donner, les mêmes caractères paléontologiques et lithologiques que ceux que présente l'assise au sud de Namur. Mais, phénomène qui se dessine déjà dans la vallée de la Meuse, l'assise de Rouillon et ses poudingues s'épaississent de plus en plus en s'avançant à l'E. vers le Hoyoux où ils atteignent leur puissance maximum. Plus à l'E. ils diminuent d'importance et d'épaisseur.

La présence sur le Hoyoux, en dessous du calcaire dévonien, d'un poudingue quartzeux n'a rien d'ex-

ceptionnel. On sait, en effet, qu'en s'éloignant de la vallée de la Meuse vers l'E et vers l'O., on voit se développer au sommet de l'assise de Rouillon, mais sporadiquement, des bancs de grès blanc passant au poudingue très quartzeux.

Le fait est bien marqué dans la vallée de l'Ourthe entre Tilff et Méry, comme il ressort des coupes données par M. Gosselet dans son grand ouvrage : *l'Ardenne.*

Au S. de Trooz, l'assise de Rouillon présente la même composition, comme le montre la coupe suivante dans la vallée du Rys de Mosbeux (Entre Le Trooz et Louvegnez).



1. Calcaire dévonien.
   Rouillonien.
2. Grès rouges.
3. 4 m. au S. d'une croix de pierre, banc de poudingue de 1 m. d'épaisseur avec cailloux de quartz rose. *Stringocephalus Burtini*, *Uncites gryphus*, *Holoptychius*, sp., d'après M. Firket (1).
4. Psammites verdâtres et rougeâtres.
5. En face de la borne 1[3] bancs épais de poudingue à cailloux quartzeux.
   Burnotien.
6. Schistes rouges.
7. Schistes rouges et grès rouges.
8. Schistes noirâtres avec traces de malachite et noyaux brunâtres aplatis.
9. Schistes rouges.

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. II, p. CXXIV, 1875.

Bouillonien.

10. Poudingue.

11. 20 m. au S. du café Noirfalize, petite carrière de psammites verdâtres, dir. N-80°. — E. incl. S = 60°.

12. En face de la borne 1[8] dans le talus, têtes de bancs de poudingue à cailloux quarzeux et pâte vert jaunâtre.

Burnotien.

13. Schistes rouges.

Ahrien :

14. Sur la rive gauche, en face de l'origine de la retenue d'eau de la forge Grand Vivier, petite excavation montrant du grès vert. Incl N. = 30°.

15. Schistes rouges.

16. Dans le talus on voit des grès verts. Incl. S = 45° surmontés de poudingue à cailloux de schiste vert.

Burnotien .

17. Schistes rouges.

18. Schistes rouges et grès rouges.

Ahrien.

19. Série de carrière où l'on voit du grès vert, des schistes verts à végétaux et du poudingue à pâte de grès vert et à cailloux de schiste vert.

20. Même roche.

Burnotien.

21. Schistes rouges.

22. Schistes rouges et grès rouges surmontés d'une petite couche de schistes verts se trouvant immédiatement sous le terme suivant.

Rouillonien.

23 Banc de poudingue très quartzeux. Sur la rive droite il se montre encore plus quartzeux.

24. Calcaire dévonien.

Comme on le voit d'après cette coupe, l'assise de Rouillon se compose essentiellement des trois termes suivant :

Poudingue quartzeux.

Psammites verts fossilifères.

Grès rouge.

Au S. de Pepinster sur la Hoegne il y a un niveau de poudingue (Mur du diable) présentant les mêmes caractères et surmonté des mêmes roches.

Plus à l'E. dans la vallée de la Gileppe dont la coupe est bien connue d'après les nombreux travaux de M. Dewalque [1], on voit que l'assise de Rouillon présente la composition suivante :

(*a*) Poudingue avec restes de végétaux.

(*b*) Psammites verts fossilifères avec restes végétaux.

(*c*) Schistes rouges et grès rouges.

(*d*) Poudingue quartzeux à petits éléments passant au grès blanc.

D'après toutes ces coupes, on voit donc que l'assise de Rouillon présente une persistance de caractères bien marquée dans les régions que nous venons d'étudier. Il n'en est pas de même de l'assise de Burnot. Celle-ci, en effet, depuis la vallée de la Meuse jusqu'à la frontière allemande, présente un changement graduel dans sa composition. Sur la Meuse, l'assise est très puissante et se compose d'épais bancs de poudingue et de grès poudingiforme interstratifiés dans des schistes rouges. Au fur et à mesure qu'on s'avance vers l'E., la puissance de l'assise diminue, les bancs de poudingue se font de plus en plus rares et moins épais, et finissent par disparaître. L'assise n'est plus alors composée que de schistes rouges et de grès rouge, et elle est tout à fait comparable à l'assise contemporaine qui longe le bord méridional du bassin de Dinant (schites rouges de Vireux).

RÉGION A L'OUEST DE LA MEUSE.

L'assise de Rouillon et le poudingue de Tailfer se pousuivent vers l'Ouest avec les mêmes caractères.

Entre Gougnies et Nuvechamps, on observe le pou-

[1] Ann. de la Société géologique de Belgique, t. VIII, p. 136 et p. 813, t. X, p. 69.

dingue de Tailfer dans le chemin creux qui monte vers la hauteur et dont l'origine est à l'Ouest contre la ferme. La Forge. Derrière le corps de logis de cette ferme, on voit les psammites verdâtres, et sur le chemin de Nuvechamps, dans le talus à quelque mètres au S.-E. de la ferme, on voit une tête de banc de grès blancs; le même grès blanc se retrouve à Gougnies dans le chemin creux au S. du château Pirmez, chemin aboutissant à la chaussée.

Dans la vallée de l'Eau-d'Heure, sur la nouvelle route de Ham-sur-Heure à Cour-sur-Heure, mon ami M. L. Bayet a étudié une coupe intéressante qu'il a eu la bonté de me signaler et que j'ai eu le plaisir d'examiner en sa compagnie.

Au-dessus des schistes burnotiens, on y observe un banc de poudingue surmonté de psammites verts à végétaux, et d'une couche de grès blanc tourmalinifère passant à l'arkose.

Cette couche a ici $0^m,75$, mais à quelque distance, à Thy-le-Château, M. L. Bayet a signalé [1] un horizon beaucoup plus épais de grès blanc tourmalinifère qui est probablement le prolongement latéral de cette couche.

Enfin, à proximité de la frontière française dans la vallée de l'Hogneau, il y a, au-dessus du burnotien, un niveau de poudingue remarquable, le poudingue du caillou-qui-bique surmonté de psammites à encrines et de couches à calcéoles.

Dès 1875, M. Firket, à la suite de la découverte à Trooz de fossiles dont nous avons parlé plus haut, reconnaissait qu'il conviendrait de placer la base du dévonien moyen sous le poudingue existant à la partie supérieure de E^1 de Dumont.

[1] *Ann. Soc. géologique de Belgique*, t. XVI, p. 158, Mém.

Dans le compte rendu de l'excursion de la Société géologique sur l'Hogneau, MM. Briart et Cornet [1] proposent nettement de distinguer le poudingue en question du burnotien et disent qu'ils ont reconnu l'existence de ce poudingue jusqu'à la Meuse. Nous reviendrons plus loin sur les autres conclusions de MM. Briart et Cornet.

Synchronisme de l'assise de Rouillon.

BASSIN DE NAMUR.

Bord Sud. Comme nous l'avons vu, l'assise de Rouillon se compose essentiellement des trois termes suivants :

(*a*) Poudingue de Tailfer.

(*b*) Psammites verts à végétaux.

(*c*) Schistes rouges, grès rouges et grauwacke amaranthe.

Ainsi définie, l'assise présente une analogie frappante avec une assise dont elle n'est séparée que par la crête silurienne du Condroz : le poudingue de Naninne (jadis de Pairy-Bony).

Voici deux coupes de cette assise qui montrent bien l'analogie dont je viens de parler.

Coupe au hameau de la Roche (Malonne).

(*a*) Silurien.

(*b*) Poudingue à cailloux de quartz offrant une ressemblance étonnante avec le poudingue de Tailfer.

(*c*) Psammites verts.

(*d*) Grès rouges et psammites rouges.

(*e*) Calcaire de Givet.

Coupe à Strud (nouvelle route de Courrière à Andenne).

[1] *Ann. Soc. géologique de Belgique*, t. IX.

(*a*) Silurien.

(*b*) Poudingue avec restes de végétaux.

(*c*) Psammite tendre, bondé de restes végétaux identiques à ceux que j'ai découverts au bois d'Arche dans le Rouillonien.

(*d*) Schistes rouges et psammites rouges.

Comme on le voit, d'après ces deux coupes typiques, il y a, entre les deux assises, une analogie étonnante, et qui aurait déjà frappé l'attention si l'on avait su que l'assise de Rouillon présentait à sa base un niveau de poudingue.

Dans l'assise de Naninne comme dans celle de Rouillon, on observe parfois deux niveaux de poudingue (à Naninne, par exemple).

Bord Nord : Il y existe également un poudingue, celui d'Alvaux, qui a été avec raison considéré comme le représentant au Nord du poudingue de Naninne. On y a rencontré aussi de nombreux restes végétaux dont la ressemblance avec ceux de l'assise de Naninne a déjà été signalée par M. de Dorlodot (1).

BASSIN DE DINANT.

Bord Sud : A la suite de ses études dans les environs de Durbuy et de Marche, M. Ed. Dupont (2) a proposé de séparer le poudingue de Wéris de l'assise de Vireux pour le rattacher à celle de Hierges dont il constituerait un niveau inférieur.

Le poudingue de Wéris présente, au point de vue de la puissance, un phénomène que nous avons signalé également pour le poudingue de Tailfer :

Le poudingue de Wéris n'existe pas dans la vallée de

(1) *Bull. Soc. géol. Belgique*, t. XII, Mém.

(2) *Bull. Acad. Roy. Belgique*. 1885, n° 8.

la Meuse, il commence à apparaître, mais très réduit aux environs de Marche. Il acquiert son plus grand développement aux environs de Wéris, c'est-à-dire vis-à-vis du point où, sur l'autre bord du bassin de Dinant, le poudingue de Tailfer est le plus développé. Plus à l'E., le poudingue de Wéris diminue et disparaît ensuite.

Comme conclusion de tout cela, on peut, je crois, pour fixer les idées, proposer le synchronisme suivant :

BASSIN DE NAMUR.		BASSIN DE DINANT.	
Bord Nord.	Bord Sud.	Bord Nord.	Bord Sud.
Poudingue d'Alvaux.	Poudingue de Naninne.	Poudingue de Tailfer.	Poudingue de Wéris.

Le synchronisme proposé pourra être définitivement adopté seulement lorsqu'on aura suivi pas à pas les assises en question le long de nos bassins dévoniens et que l'on aura vérifié leur continuité et leur raccordement. Si le synchronisme que je propose venait à se vérifier, il en résulterait, je crois, une conséquence importante pour la classification de notre terrain dévonien. Actuellement la limite entre le dévonien inférieur et le dévonien moyen semble tracée arbitrairement, ce qui fait que l'accord n'est pas établi. Les uns placent cette limite à la base de l'assise de Couvin, tandis que d'autres la placent à la base de l'assise de Givet.

Or il me semble que l'existence à un même moment et sur le pourtour de nos bassins dévoniens de niveaux poudingiformes indique un fait stratigraphique important.

De plus, c'est à ce moment également que la mer dévonienne a envahi le bassin de Namur.

Il y a là, je crois, un ensemble de faits stratigraphiques suffisants pour indiquer que la limite du dévonien moyen et du dévonien inférieur doit, chez nous, être reportée à la base des assises poudingiformes en question, opinion qui se rapprocherait beaucoup de celle de Dumont. On sait, en effet, que Dumont plaçait dans le bassin de Namur la base de l'antraxifère sous le poudingue de Naninne, et qu'il attribuait une grande importance à cette limite par suite d'appréciation inexacte de la discordance que l'on y observe. Nous avons cité plus haut (1) le résultat des études de MM. Briart et Cornet sur le poudingue du Caillou-qui-bique. A la suite de ces études, ces éminents géologues sont également d'avis que la base du dévonien moyen devrait être reportée sous le poudingue du Caillou-qui-bique.

On n'a malheureusement pas trouvé de fossiles caractéristiques dans les dépôts que nous étudions. Ainsi il est difficile de les comparer paléontologiquement avec les couches bien connues du bord sud du bassin de Dinant. Jusque maintenant on ne connaît de fossiles que dans la vallée de la Vesdre, à la suite des travaux de MM. G. Dewalque, A. Firket et M. Lohest. Pris dans leur ensemble, ces fossiles s'observent à deux niveaux et indiquent deux faunes : dans les grès rouges calcarifères, on trouve à proximité du calcaire de Givet une faune nettement givetienne ; dans les psammites inférieurs, on trouve la faune de la zone à spirifer cultrijugatus.

De l'examen de cette faune on peut conclure, je crois, que l'assise représente les couches à calcéoles et les couches à spirifer cultrijugatus du bord sud, opinion qui

(1) Cf. op. cit.

est la plus généralement acceptée et en faveur de laquelle militent des raisons stratigraphiques importantes. En effet, si l'on étudie des coupes telles que celles de la Meuse entre Tailfer et Frène, par exemple, on y voit très bien qu'il n'y a aucune lacune stratigraphique depuis le burnotien jusqu'au givetien. Le passage de l'assise de Rouillon à celle de Givet se fait de la façon la plus insensible ; la chose se voit admirablement bien dans les rochers de Tailfer. M. de Dorlodot a observé qu'il en est de même pour le contact de l'assise de Naninne et de celle de Givet dans la tranchée de Claminforge. Il paraît donc très logique d'admettre que les couches à calcéoles ont leur équivalent dans l'assise de Rouillon probablement dans la partie inférieure là où on trouve le stringocephalus Burtini.

Comme on le sait, les dépôts dévoniens du bord nord du bassin de Dinant, on un caractère beaucoup plus littoral que ceux du bord Sud du même bassin. Or dans les dépôts littoraux, la faune est généralement en avance. Rien d'étonnant donc que les stringocéphales aient apparu plus tôt sur le bord nord du bassin de Dinant [1].

Comme je l'ai déjà exposé plusieurs fois au cours de cette étude, j'ai rencontré des restes de végétaux en divers endroits. Les restes se trouvaient en quantité prodigieuse dans l'assise de Rouillon au bois d'Arche et dans l'assise de Naninne à Naninne même et dans la tranchée de la nouvelle route de Courrière à Andenne à Strud.

M. J. Crépin, qui connaît si bien nos végétaux dévoniens, a bien voulu me prêter son gracieux concours dans l'examen de ces restes fossiles.

[1] M. G. Dewalque a d'ailleurs signalé des stringocéphales dans les couches à calcéoles.

Les spécimens quoique très nombreux ne se rapportent malheureusement qu'à deux ou trois espèces seulement. Néanmoins les conclusions qu'on peut déduire de leur étude fortifient singulièrement les résultats que nous a fournis la stratigraphie.

Le *lepidodendron gaspianum* est très abondant dans les trois gîtes précités, mais on ne peut déduire aucune conclusion précise de ce fait, car cette plante se trouve abondamment à Wépion, dans le grès ahrien, et à Rouveroy, dans le poudingue de Burnot.

J'ai rencontré au bois d'Arche de nombreux restes d'axes cannelés qui sont peut-être des axes de *calamites*. Quoiqu'ils ne soient pas déterminables, ils suffisent néanmoins pour confirmer le synchronisme proposé entre l'assise de Naninne et celle de Rouillon.

En effet, M. Crépin a rencontré d'abondants restes de ces axes de calamites à Naninne et on ne les a pas encore observés dans d'autres assises.

Parmi les restes végétaux que j'ai recueillis, M. Crépin a cru reconnaître plusieurs fragments d'une fougère *rhacophytum condrusorum*. Cette constatation intéressante, qui devrait être confirmée par des spécimens en meilleur état suffirait pour établir l'âge dévonien moyen de l'assise de Rouillon dont ces restes proviennent. On sait, en effet, que cette fougère n'a jamais été rencontrée dans le dévonien inférieur, mais qu'elle est, au contraire, abondante tout à fait vers la fin du dévonien supérieur.

LIMITE DE L'AHRIEN ET DU BURNOTIEN

SUR LE LITTORAL DU CONDROZ

PAR

X. STAINIER

Docteur en sciences naturelles.

Les grandes carrières ouvertes au bois Collet à Wépion, fournissent une coupe excellente de toute l'assise ahrienne. Les travaux de cette carrière se développant constamment, surtout vers le Sud, ont mis a nu des dépôts qui doivent se trouver à la limite du poudingue de Burnot.

En effet, lorsque l'on monte à la carrière par le chemin de l'exploitation, au Sud, on rencontre dans le bois, des bancs de poudingue à pâte de grès rouge et des grès poudingiformes caractéristiques de l'assise de Burnot. Ces roches sont très près des premières excavations. Dans la première de celles-ci, abandonnée aujourd'hui, on observe des roches très curieuses. Ce sont d'abord des psammites verdâtres pailletés passant au schiste. On y trouve de belles empreintes de *Lepidodendrum gaspianum*. Puis vient un poudingue de composition toute spéciale. Sa pâte est du grès blanc ou vert, tantôt à grain fin, tantôt montrant de gros grains de quartz blanc et des traces de feldspath altéré. Les cailloux en sont formés d'un schiste vert, luisant, doux au toucher. Ce poudingue ne paraît pas former des bancs continus, mais plutôt des sortes de lentilles intercalées dans les schistes. On remarque ensuite du schiste vert, luisant, en tout sem-

blable à celui qui forme les cailloux du poudingue précédent. Dans l'excavation suivante, on voit des schistes rouges bigarrés de vert, des schistes rouges, puis du grès à gros grains de quartz et à cavités remplies d'une argile brunâtre qui pourrait bien provenir de la décomposition de noyau de schiste.

Dans les excavations suivantes, on voit apparaître les grès gris et vert foncés, caractéristiques de l'assise ahrienne.

Les roches que nous avons décrites en premier lieu, avec leurs lentilles de poudingues intercalées dans des schistes, présentent un caractère littoral bien marqué. Ce qu'il y a de curieux, c'est l'identité des cailloux schisteux de ce poudingue avec la couche sous-jacente. Pour que ce schiste pût donner naissance à des cailloux, il fallait qu'il ait pris sa texture et sa consistance actuelle immédiatement après son dépôt.

C'est là un cas remarquable, vu les faibles conditions de pression sous lesquelles doit s'être déposée cette formation littorale.

J'ai retrouvé les curieuses roches poudingiformes que je viens de décrire, en différents points du littoral du Condroz et toujours dans la même position stratigraphique.

Sur la route de Trooz à Louvegnez, se présentent deux voûtes de grès ahrien dont j'ai donné la coupe dans un récent travail sur l'assise de Rouillon [1].

Sur la pente N. de la voûte méridionale sont ouvertes plusieurs carrières où l'on peut observer, sous les schistes rouges burnotiens, des poudingues identiques, associés à des schistes verts à végétaux.

Dans une excursion dans la vallée de l'Eau-d'Heure,

[1] *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XIX, Mémoires.

mon ami, M. L. Bayet, a bien voulu me signaler la présence de roches en tout semblables, dans la carrière de " Bia trau ", entre Jamioulx et Ham-sur-Heure, sur la rive droite. Cette carrière, ouverte sur la pente N. d'une voûte ahrienne, montre également, entre les grès verts ahriens et les roches rouges burnotiennes, des poudingues à cailloux schisteux et à disposition lenticulaire, associés à des schistes verts à végétaux.

La présence au même niveau stratigraphique sur le littoral du Condroz et en des points très éloignés d'un complexe de roches faciles à reconnaître et présentant une frappante identité des caractères, m'engage à les réunir dans une même sous-assise que j'appellerai " poudingue du bois Collet ", du nom de l'endroit où elle est la mieux caractérisée.

Cette sous-assise comprendrait des psammites verts, des schistes verts à *Lepidodendrum gaspianum*, des poudingues à cailloux de schistes et parfois des schistes rouges. Cette sous-assise doit, je crois, être rattachée à l'ahrien, avec lequel elle présente des rapports intimes. On y retrouve les mêmes végétaux, parfois les mêmes grès verts et il y a passage insensible dans la composition des roches, tandis que, dans la vallée de la Meuse par exemple, on retrouve immédiatement au-dessus, des roches différentes caractéristiques du burnotien.

Le dévonien inférieur devrait donc sur le littoral du Condroz être divisé comme suit.

Hunsruckien ;

Ahrien { grès de Wépion,
poudingue du Bois-Collet ;

Burnotien.

LE POUDINGUE DE NANINNE

A STRUD ET A DAVE

PAR

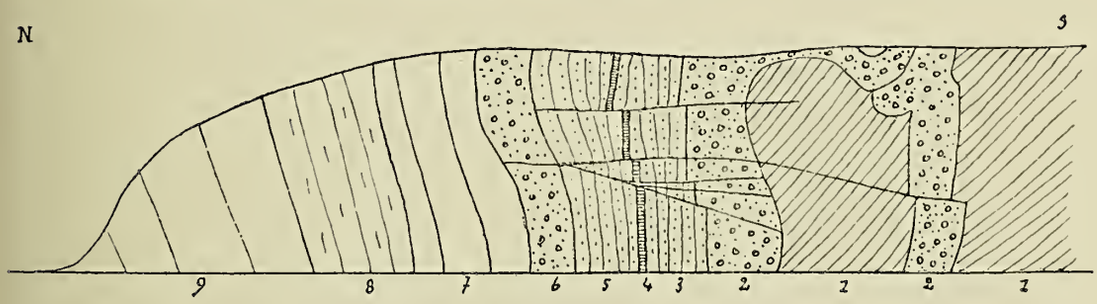
X. STAINIER

Docteur en sciences naturelles.

Le percement de deux nouvelles routes, celles de Courrière à Andenne et de Dave à Naninne, a mis à nu des coupes intéressantes de l'assise du poudingue de Naninne. Je crois bon de les décrire avant que les observations y deviennent impossibles.

Strud. Les deux talus d'une tranchée entre Les Tombes et Strud fournissent d'excellentes coupes du contact du poudingue sur le silurien.

Voici la coupe du talus oriental.



1. Silurien.
2. Poudingue à pâte vert foncé. On y trouve des cailloux de quartzite gris, de quartz blanc et de quartz rose.
3. Psammites rougeâtres.
4. Mince couche de schistes violacés, se délitant en baguettes.
5. Psammite vert, passant au poudingue et renfermant des restes de végétaux.
6. Poudingue à pâte schisteuse et à cailloux de quartzite. Le quartz blanc y est rare.
7. Psammite vert pâle pétri de restes de lepidodendrum, d'une conservation excellente.
8. Psammites et grès rouges.
9. Schistes rouges.

Cette coupe montre un contact vraiment extraordinaire. Il est difficile de se figurer comment le banc de poudingue le plus au Sud a pu plonger en plein milieu des schistes siluriens. Les cassures que montre cette coupe prouvent que cette disposition si curieuse n'a pu se produire sans occasionner des dérangements nombreux.

Quant aux différents termes de cette coupe, ils donnent une bonne idée de la composition de l'assise de Naninne dans la région, c'est-à-dire :

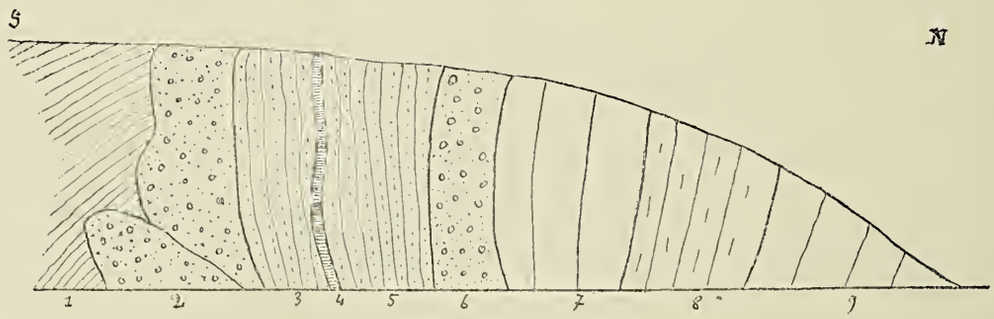
(*a*) Poudingue de base,

(*b*) Psammite vert à végétaux,

(*c*) Psammites et schistes rouges.

Parfois, comme ici, un second banc de poudingue et un second banc de psammites verts viennent s'intercaler dans cette série.

Chose curieuse, le talus occidental de la tranchée présente une coupe sensiblement différente comme disposition de la précédente.



Comme il est aisé de le voir d'après ces coupes, le contact du poudingue de Naninne sur le silurien à Strud a lieu par faille.

Les beaux travaux de M. de Dorlodot ont prouvé que, au Sud de Namur, le même contact est normal et que la grande faille ne se prolonge pas jusque-là, comme on le croyait.

On peut se demander alors si la faille de Strud a une importance purement locale ou si elle n'est pas le premier indice des mouvements qui ont donné lieu à la structure géologique anormale que renseigne la carte de Dumont pour la région entre Andenne et Huy.

Dave. — Les nombreuses tranchées nécessitées par le percement de la grand'route vers Naninne sont presque toutes confinées dans l'assise de Naninne vers sa partie supérieure. Elles ont montré qu'en cet endroit l'assise a un facies tout à fait spécial.

Lorsque l'on prend la nouvelle route en partant de Dave, on rencontre un chemin qui monte vers la chapelle Puits. Quelques mètres passé la bifurcation du chemin vers les ruines du château, on voit un banc de calcaire impur qui paraît être interstratifié dans des schistes et grès verts.

Si l'on prend le chemin des ruines, on voit du grès vert avec belles empreintes végétales et, un peu plus loin, du calcaire noir bleu schisteux et brunâtre sur les joints et qui paraît bien appartenir au givetien.

Reprenant la grand'route de Naninne, on arrive en face d'un talus vis-à-vis de quelques maisons. Ce talus montre à l'extrémité O. un banc de poudingue vert sombre surmonté de schistes verts. Au centre, on voit du calschiste gris brun passant au macigno. Un peu plus loin, à l'origine d'un sentier, on revoit le poudingue et les schistes verts. Le talus suivant montre du calcaire en gros bancs probablement frasniens. Plus loin, on revoit du schiste vert, puis à l'origine d'un sentier, on remarque du calcaire noir bleu avec veines blanches paraissant interstratifié dans des schistes verts. Ceux-ci continuent dans les trois tranchées suivantes, le calcaire apparaissant au coin du bois. Dans le grand talus, avant d'arriver au premier crochet de la route, on voit pour la première

fois réapparaître le facies normal de l'assise de Naninne; on y remarque, en effet, des psammites rougeâtres et verdâtres avec beaux restes de *Lepidodendrum Gaspianum.*

On y voit aussi un banc de poudingue rougeâtre surmonté d'un peu de schiste et psammites rouges. Le tout doit être près du calcaire, car le frasnien apparaît au second crochet de la route, et d'un autre côté, entre la route et la rivière, on voit des têtes de banc du poudingue de base faisant saillie à flanc de coteau.

D'après tout ce que nous venons de dire, on peut conclure que toutes les assises de Naninne, de Givet et de Frasne sont très réduites dans cette région.

On voit également que l'assise de Naninne présente deux niveaux de poudingue, fait que l'on peut observer jusque Strud. Quant au facies spécial que présente l'assise près de Dave, il est fort probable qu'il est dû à un phénomène d'altération postérieure. Le schiste vert, les grès verts et le poudingue vert représenteraient le type non altéré des roches supérieures de l'assise de Naninne, la couleur rouge si commune dans l'assise provenant d'une peroxydation de fer y contenu.

Note ajoutée pendant l'impression.

Pendant l'impression de la note sur le Poudingue de Naninne à Dave, j'ai eu l'occasion de revoir la coupe de la nouvelle route; j'y ai trouvé des fossiles siluriens dans des schistes verts que j'avais considérés comme dépendants de l'assise de Naninne parce qu'ils reposaient sur des grès et schistes verts et des grès rouges auxquels ils paraissaient passer par transition régulière. Il est probable pourtant qu'il y a entre le dévonien et le silurien

de cette tranchée une faille très inclinée qui a supprimé les bancs de poudingues de Naninne. Il est en outre probable que les failles sont encore plus nombreuses que je ne le croyais dans les coupes de la nouvelle route. C'est ainsi que la création d'une petite carrière vient de me montrer que le banc calcaire, que je croyais interstratifié dans les schistes verts dévoniens, est en réalité sous-jacent à des schistes verts siluriens dont il est séparé par une faille très inclinée.

LES FAILLES DE SAMSON

PAR

X. STAINIER,

Docteur en sciences naturelles.

Comme on le sait, les deux bassins houillers de Mons et de Liége ne sont pas réunis. Une bande de calcaire carbonifère affleurant dans la vallée du ruisseau de Samson, amène au jour le fond de ces deux bassins et interrompt leur continuité.

Les phénomènes qui ont donné naissance à cette séparation n'ont pu se produire qu'en occasionnant des dérangements nombreux dans la disposition des assises, mais on a rarement la bonne fortune de les observer d'une façon aussi nette qu'aujourd'hui, grâce à de nombreuses coupes mises à nu par l'exploitation si active des carrières de la région.

Lorsque quittant la Meuse, on s'engage dans la vallée du ruisseau de Samson, on peut observer la coupe suivante jusque passé Samson.

Calcaire de Visé :

1. Calcaire noir en petits bancs bien réguliers (niveau V 2 *b*).
2. Banc très épais et sans stratification d'un calcaire cristallin, bréchiforme par places (niveau V 2 *c*).
3. Banc épais de calcaire gris grenu, alternant avec de minces bancs de calcaire noir zoné de brun (niveau V 2 *d*). C'est à ce niveau que sont ouvertes les nombreuses carrières de la vallée.

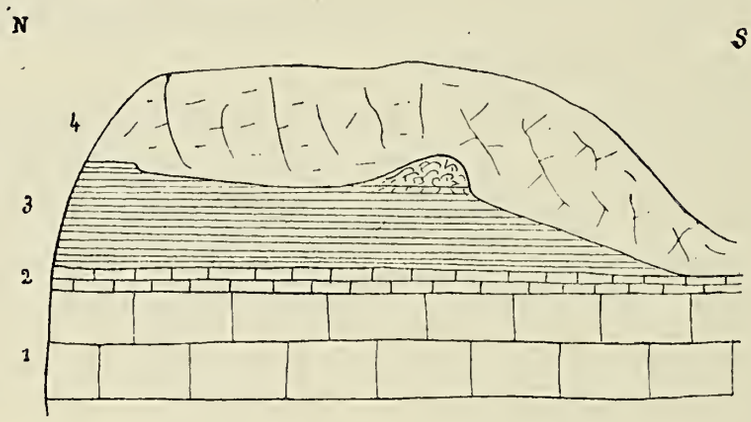
Houiller :

4. Ampélites grisâtres, alternant avec de minces bancs de phtanites.

Jusqu'en face de l'origine de la route de Maizeret, la coupe est donc bien régulière et indique un plongement général des dépôts vers le Sud.

Mais à cet endroit, se présente un système de failles, dont je vais essayer de donner une idée.

Juste en face du moulin de Villeval se trouve, à mi-côte sur le flanc droit de la vallée, une carrière appelée " carrière Michel ". Elle présente une coupe extraordinairement nette et intéressante que voici :



Calcaire de Visé :

1. Gros bancs de calcaire gris exploité (V 2 *d*).
2. 1 m. de petits bancs de calcaire noir schistoïde anthraciteux.

Houiller :

3. Ampélites grises avec minces bancs de phtanites intercalés.

Calcaire de Visé :

4. Calcaire cristallin (V 2 *c*) sans stratification.

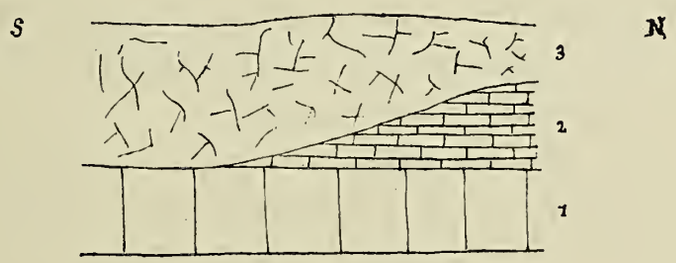
Comme on le voit d'après cette coupe, une faille très couchée (incl. S 15°) a ramené jusqu'au-dessus du houiller un niveau inférieur de l'assise du calcaire de Visé (V 2 *c*)

Le frottement énergique déterminé par la faille à la surface du houiller a eu pour effet d'accumuler des ampélites dans une sorte d'anse d'environ 2 m. de hauteur et où elles sont broyées et mélangées, alors qu'en dessous, la stratification du houiller est régulière.

Le frottement a également eu pour conséquence de déterminer dans le calcaire V 2 *c*, qui est d'ordinaire massif, une série de joints courbes très curieux.

La faille que nous venons d'observer se retrouve également sur la rive gauche du ruisseau.

En effet, en prenant la route de Maizeret, on rencontre à gauche, passé le coude de la route, une grande carrière abandonnée appartenant à M. Reumont et qui montre la coupe suivante :



Calcaire de Visé :

1. Gros banc de calcaire gris grenu (V 2 *d*).
2. Petits bancs de calcaire noir zoné de brun (V 2 *d*).
3 Calcaire cristallin bréchiforme (V 2 *c*) sans stratification.

La faille n'est pas aussi nette que l'indique le dessin.

Pour bien la voir, il ne faut pas se placer juste en face de la carrière, mais de préférence sur l'autre flanc de la vallée. De là, on voit nettement le calcaire n° 3 couper obliquement le banc de calcaire n° 2. Comme on le voit, la coupe de cette carrière montre la faille vue à un niveau inférieur à celui où on l'observe dans la carrière Michel.

La faille que nous venons de décrire n'est pas la seule qui existe à cet endroit.

En effet, à une centaine de mètres au Sud et avant de passer le pont sur la rivière, on voit adossée à une maison

une carrière montrant des bancs réguliers de calcaire noir, doux au toucher, avec paillettes cristallines. C'est le niveau le plus inférieur du calcaire de Visé, le niveau V 2 *a;* j'y ai trouvé des *Productus cora.* Il incline au Sud de 65° et sa direction est E.-O. Les relations de ce calcaire avec ceux de la carrière Michel sont malheureusement cachées par les éboulis, mais sur la rive gauche, on voit assez confusément, sous un petit chemin qui, partant du premier coude de la route de Maizeret, mène à une ancienne sablonnière :

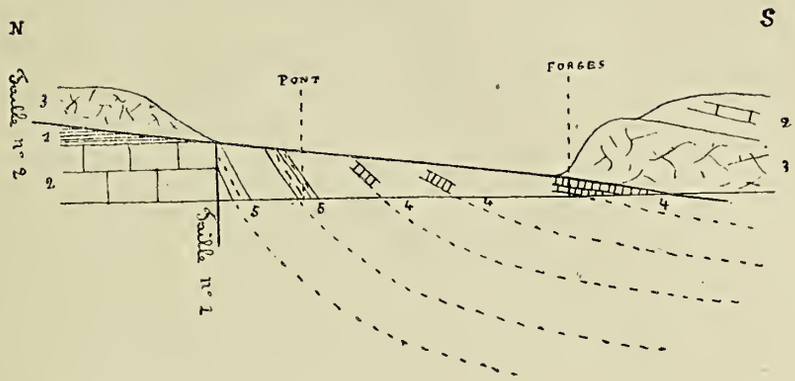
Au Nord, calcaire en gros bancs presque horizontaux au Sud et très près des roches précédentes : calcaire en petits bancs inclinés de 65° au Sud.

Cette coupe indique qu'il y a ici une nouvelle faille que j'appellerai faille du Trou-Perdu, du nom de l'endroit.

En continuant à marcher vers le Sud, on voit sur la rive gauche le calcaire V 2 *a* diminuer de plus en plus d'inclinaison jusqu'à ce qu'enfin on arrive en face des forges où l'on voit le calcaire V 2 *b.* Dans une grotte artificielle de N.-D. de Lourdes, ce calcaire incline au Sud très faiblement et plonge sous un énorme banc qui est le niveau V 2 *c.*

A cet endroit, la coupe est redevenue régulière.

En réunissant les données fournies par ces coupes, on peut dresser, je crois, le schema suivant, donnant la disposition des couches et des failles de la région. On peut en déduire également que le mouvement de refoulement qui a produit les failles de Samson, avait une direction S-N.



1. Houiller.

Calcaire de Visé :

2. Calcaire (V 2 *d*).
3. » (V 2 *c*).
4. » (V 2 *b*).
5. » (V 2 *a*).

En examinant ce schema, on peut aisément se rendre compte de la succession de phénomènes qui ont donné naissance à la structure de la région.

Le premier phénomène a été la production de la faille 1 du Trou-Perdu, par suite de laquelle la partie inférieure V 2 *a* du calcaire de Visé est venue buter et se replier contre la partie supérieure V 2 *d* du même calcaire. Le mouvement de compression latérale continuant à se produire, le calcaire V 2 *c* qui forme une assise des plus résistantes par suite de son absence de stratification, ce calcaire V 2 *c*, dis-je, a commencé à glisser vers le N. suivant une faille très couchée (faille 2 de Samson) et en passant ainsi très obliquement sur les têtes de bancs du calcaire de Visé inférieur, puis grimpant par dessus la première faille jusque sur le houiller.

LE TERRAIN HOUILLER

A SALZINNE-LES-MOULINS

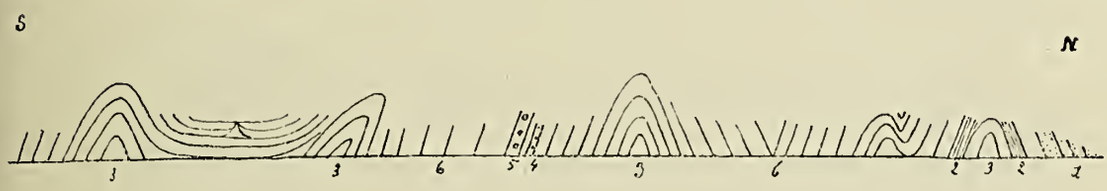
PAR

X. STAINIER

Docteur en sciences naturelles.

Le chemin de fer de Namur à Charleroi a entamé le flanc gauche de la vallée de la Sambre à Salzinne-les-Moulins et y a mis à jour une coupe intéressante, non seulement par les nombreux plissements qu'elle montre, mais encore par les fossiles qu'on y rencontre.

Voici cette coupe.



1. Schistes gris grossiers avec enduits bronzés à éclat métallique. On y remarque une petite veinette de terre-houille passant au schiste charbonneux.
2. Schiste psammitique noir pailleté. On y trouve abondamment des *Posidonomya Becheri* et des tiges d'*Archaeocalamites radiatus*.
3. Psammite dur pailleté noir verdâtre.
4. Couche de $1^m,25$ de schiste très charbonneux, très délitable; on y trouve des nodules calcaires sphéroïdes aplatis de dimensions variables et pouvant atteindre 20 centimètres de diamètre. Le calcaire est noir et dur, rempli de mouches de pyrite. On y trouve souvent un petit noyau anthraciteux. J'ai trouvé dans ces nodules, des goniatites et des entomostracés. Une couche de psammite feuilleté sépare ce niveau du suivant.
5. Couche de 3 mètres de schiste noir très brouillé et renfermant les mêmes nodules.
6. Schistes et psammites pailletés.

Les roches qui affleurent dans cette tranchée forment le fond ondulé d'un bassin dont le bord nord constitue la limite septentrionale du bassin houiller de Namur.

La position stratigraphique des roches en question est aisée à déterminer. En effet, au Nord, on voit l'assise des phtanites s'enfoncer sous elles avec une inclinaison au Sud de 70° et de plus, au sommet de la colline appelée la Laide Coupe, on constate la présence du poudingue houiller. Dès lors, les roches susdites font partie de l'assise du houiller inférieur sans houille de Dumont (étage namurien de M. Purves, N 2 *a*).

Je suis porté à croire que les roches en question se trouvent à la partie inférieure de cette assise N 2 *a* vers la limite avec l'assise des phtanites.

Cela étant, on sera frappé de voir les récurrences fauniques et lithologiques dont cette coupe nous donne les exemples.

La couche n° 2 présente une analogie complète au point de vue lithologique avec les ampélites d'Argenteau, qui renferment les mêmes posidonomyes et les mêmes archéocalamites. Or, ces ampélites d'Argenteau font partie de l'assise sous-jacente et reposent directement sur le calcaire.

Quant aux nodules calcaires des couches 4 et 5, on ne peut s'empêcher de constater l'analogie qu'ils présentent avec les rognons à goniatites de l'ampélite de Chokier.

Les récurrences fauniques et lithologiques que nous venons de signaler prouvent la grande liaison qui existe entre les deux assises du houiller inférieur. Elles justifient la réunion de ces deux divisions dans une même assise.

LE GRÈS BLANC DE MAIZEROUL

PAR

X. STAINIER

Docteur en sciences naturelles.

La question de l'âge des grès et des sables de la Haute-Belgique n'est pas encore près de recevoir une solution complète. En effet, alors qu'en Belgique on est généralement d'accord pour les considérer comme oligocènes, les géologues français, comme MM. Gosselet et Barrois, rapportent au landenien des grès rencontrés dans le N-E de la France. De leur côté, les géologues allemands ont suivi de roches analogues depuis le bassin de Mayence jusque près de la Belgique et ils les rapportent à l'oligocène.

Il semble donc que la mer tertiaire a dû envahir la Haute-Belgique de tous côtés. C'est ce qui explique la vaste répartition de ces formations, car on les retrouve non seulement en Ardenne, mais même dans la région de Virton, comme j'ai pu m'en assurer récemment. La colline de St-Mard montre plusieurs énormes blocs de grès blanc presqu'à son sommet. Ces grès, passant parfois au poudingue, sont absolument semblables au grès landenien.

Il est fort possible que les diverses opinions en présence aient chacune leur raison d'être et que les mers oligocène et landenienne aient atteint l'Ardenne en venant, la première du côté de la Belgique, la seconde du côté de la France.

Ce qu'il importe de faire, c'est de partir des points dont l'âge est connu et de s'assurer ensuite progressive-

ment vers les sommets où l'isolement des dépôts et l'absence de fossiles rendent les assimilations plus douteuses.

Dans cet ordre d'idées, je crois bon de signaler que j'ai récemment observé que les sables blancs et jaunes recouvrant des amas d'argile plastique de Maizeroul renferment des blocs volumineux d'un grès blanc à facies landenien typique. On peut observer de ces blocs de grès au jour, dans le chemin creux près de la chapelle de St-Hubert.

Les découvertes de M. M. Lohest ayant déterminé l'âge de ces amas d'argile plastique, il est aisé d'en déduire la limite d'âge inférieure des grès intercalés dans les sables enveloppant et surmontant ces amas.

Sur les notations compliquées des Cristaux de Calcite.

Action directrice des cristaux de première formation sur ceux qui prennent naissance autour d'eux.

Existence du scalénoèdre $d^{\frac{1}{41}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{65}}$ à Rhisnes et de la forme $d^{\frac{1}{154}}\ d^{\frac{1}{67}}\ b^{\frac{1}{92}}$ au Lac Supérieur,

PAR

G. Cesàro.

Dans un article publié il y a quelque temps par la " *Rivista di Mineralogia e Cristallografia italiana* ", je trouve des attaques sans fondement contre la complication des symboles que la calcite se plaît à avoir [1]. On prétend qu'il n'y aurait plus de cristallographie, si l'on était forcé de considérer des formes à symboles si compliqués.

Je ferai observer :

1° Que l'existence de ces formes est certaine : les faces qui rendent certains cristaux presque cylindriques ou coniques ont, à coup sûr, des notations compliquées; cependant, c'est bien là de la matière cristallisée.

2° Que si la théorie démontre la loi de *rationalité*, elle

[1] Il s'agit de la calcite d'Andreasberg.

ne prouve pas la loi de *simplicité des caractéristiques*, loi que l'on confond souvent avec la première.

3° Que la loi de *simplicité des caractéristiques* étant même admise comme un fait expérimental, il reste encore à faire une distinction profonde entre les cristaux de première formation et ceux qui sont engendrés autour de cristaux préexistants. C'est sur ce point que je désire appuyer dans le présent article.

Action directrice des cristaux de première formation sur ceux qui prennent naissance autour d'eux.

Dans la formation des cristaux autour de cristaux préexistants, il paraît y *avoir lutte* entre la loi de simplicité des caractéristiques et une autre loi dont je pense avoir entrevu un cas particulier dans l'étude des cristaux de Rhisnes, loi exprimant *l'action directrice des arêtes du cristal de première formation sur les faces du cristal de seconde formation.* Cette loi peut, dans les cristaux de Rhisnes, se formuler ainsi :

" Lorsqu'un cristal se produit autour d'un cristal " préexistant, les faces du nouveau cristal sont en " général parallèles aux arètes de l'ancien. „ J'ai prouvé cette loi par de nombreux exemples *(Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XVI, pages 260 à 266). De nouvelles observations ont encore confirmé le fait. La loi étant admise, on doit se demander si la notation d'une face de seconde formation doit être simple par rapport aux arêtes du rhomboèdre de clivage, ou bien par rapport aux arêtes du cristal que la face secondaire vient modifier.

Voici un exemple :

Il existe dans le gisement de Rhisnes des cristaux présentant un scalénoèdre voisin de $d^{\frac{3}{2}} = 531$; les moyennes des mesures prises sur dix cristaux ont

donné : Angle sur $p = 46°32'$, angle sur $e^1 = 69°34'$, angle avec $p = 38°24'$. Il est impossible de faire coïncider cette forme avec $d^{\frac{3}{2}}$, qui donne 45°32', 70°59', 37°55'; on peut la représenter approximativement par le $d^{\frac{19}{13}}$ de Hessenberg (46°29', 70°26', 38°47') et, pour ne pas créer un nouveau symbole, c'est ainsi que je l'avais notée dans mon premier Mémoire. Mais, le fait d'avoir retrouvé la forme dont il s'agit, en biseau sur les arêtes antérieures b de l'isoscéloèdre $L = d^1\, d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{7}}$, nous a forcé à chercher une autre notation : on arrive ainsi à la forme $136.80.27 = d^{\frac{1}{81}}\, d^1\, b^{\frac{1}{55}}$, apparemment compliquée, mais qui, rapportée aux arêtes de l'isoscéloèdre, prend la forme simple $b^8_L = 801$ (47°3', 69°31' 38°19'). On arrive à une meilleure concordance, en prenant : $171.101.34 = d^{\frac{1}{102}}\, d^1\, b^{\frac{1}{69}}$ (46°44', 69°49', 38°14'), qui a une notation compliquée même relativement à l'isoscéloèdre : $b^{\frac{241}{31}}_L$. Il aurait été plus facile d'employer l'ancien symbole; mais, *par cette idée préconçue de prétendue simplicité, le fait que cette forme provient d'un dépôt parallèle à l'arête de l'isoscéloèdre serait passé inaperçu.* La formule $d^{\frac{19}{13}}$ ne disait rien; la formule $b^{\frac{241}{31}}_L$ indique l'action directrice de l'arête de l'isoscéloèdre, indique aussi que c'est b^8_L qui tendait à se former, l'imperfection de fluidité ou une raison analogue ayant empêché le développement exact : elle consigne donc la reproduction exacte des faits.

On voit que l'étude des cristaux de seconde formation peut être très utile dans la résolution d'un des problèmes importants de la cristallographie : "Pourquoi telle ou

" telle forme se produit de préférence à d'autres, dans " certaines conditions [1] ". Je finirai par la description de deux formes à symbole compliqué, déterminées avec la plus grande certitude, l'une sur des cristaux de Rhisnes, l'autre sur des cristaux du Lac Supérieur.

Scalénoèdre $d^{\frac{1}{11}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{65}} = 104.64.21 = b^{6}_{L}$ *de Rhisnes.*

J'ai cité (pag. 195, *loc. cit.*) un scalénoèdre S^{IV}, dont la notation a été déduite du fait qu'il constituait un biseau sur les arêtes antérieures b de l'isoscéloèdre L et de la mesure : $LS^{\text{IV}} = 7°25' - 7°12'$.

J'ai trouvé récemment un cristal dans lequel la forme dont il s'agit est développée indépendamment de l'isoscéloèdre; une face S^{IV} bien réfléchissante m'a fourni des mesures très exactes, qui mettent hors de doute l'exis-

[1] Il est bien entendu qu'il ne faut pas non plus approuver l'usage immodéré que font certains auteurs de « formes nouvelles » : lorsque le calcul a fourni une certaine notation, il faut d'abord discuter si cette forme peut être confondue avec une forme déja connue, puis chercher à la simplifier autant que possible en développant les rapports des indices en fractions continues et prenant pour valeurs de ces rapports des réduites plus ou moins approchées, suivant le degré d'exactitude dont les mesures sont susceptibles. Ainsi le scalénoèdre : $490.14.9 = d^{\frac{1}{171}}\, d^{\frac{1}{157}}\, b^{\frac{1}{519}}$ de Zippe peut être transformé immédiatement en $70.2.1 = d^{\frac{1}{75}}\, d^{\frac{1}{67}}\, b^{\frac{1}{137}}$, comme le montre la correspondance :

Angles	490.14.9	70.2.1
sur p	117°5',5	117°6'
sur e^1	2°52',5	2°52',5
sur d^1	57°10'	57°9'

tence de ce scalénoèdre à notation si compliquée en apparence. Voici le tableau de correspondance avec les angles relatifs à $d^{\overline{3}}_{2}$, forme à laquelle on serait tenté de ramener le scalénoèdre observé.

Angles	Calculés		Mesurés.
	pour $d^{\overline{3}}_{2}$	pour b^{6}_{L}	
avec p (111)	37°55′	37°23′	37°24′
avec p ($1\overline{0}1$)	67°10′	67°42′	67°52′
avec p ($01\overline{1}$)	94°45′	94°8′	94°12′
avec d^2	8°53′	8°24′	8°9′
sur p	45°32′	43°35′	43°35′

On peut se demander s'il est possible d'attribuer les différences à une légère variation dans l'angle du rhomboèdre de clivage : proposons-nous, par exemple, de chercher quel devrait être le dièdre du primitif pour que l'angle sur p (43°35′) corresponde exactement à $d^{\overline{3}}_{2}$. Si φ est l'angle dièdre sur p et χ celui sur d^1, on a, pour $d^{\overline{3}}_{2}$: $\cos \frac{\chi}{2} = \frac{5}{2} \sin \frac{\varphi}{2}$; si α est l'angle dièdre du primitif, $tg. \frac{\alpha}{2} = 5\ tg. \frac{\chi}{2}$. En partant de $\varphi = 43°35'$, il vient : $\frac{\chi}{2} = 21°51'44''$ et $\alpha = 127°0'38''$, au lieu de 105°5′. On voit que l'écart est énorme. On trouverait de même, en sens inverse, que l'augmentation d'1° dans l'angle du

clivage ne ferait décroître l'angle $d^{\frac{3}{2}}\ d^{\frac{3}{2}}$ sur p que d'environ 3'. Il n'est donc pas possible d'attribuer la complication du symbole à la variation de l'angle du clivage.

Scalénoèdre $j = d^{\frac{1}{154}}\ d^{\frac{1}{67}}\ b^{\frac{1}{92}}$ *du Lac Supérieur.*

Cet exemple est décisif pour prouver l'existence de formes à notations compliquées. Je dois les trois cristaux dont je vais m'occuper à l'obligence de M. Lacroix, mon confrère à la Société française de Minéralogie. Il ne s'agit pas ici de facettes plus ou moins nettes, mais bien de grands scalénoèdres inverses, d'une netteté parfaite, fournissant des images de toute première qualité. Ces cristaux sont de seconde formation; dans l'un d'eux on voit partiellement à découvert le cristal préexistant, à faces malheureusement ternes.

C'est le scalénoèdre j (fig. 1) qui constitue la forme

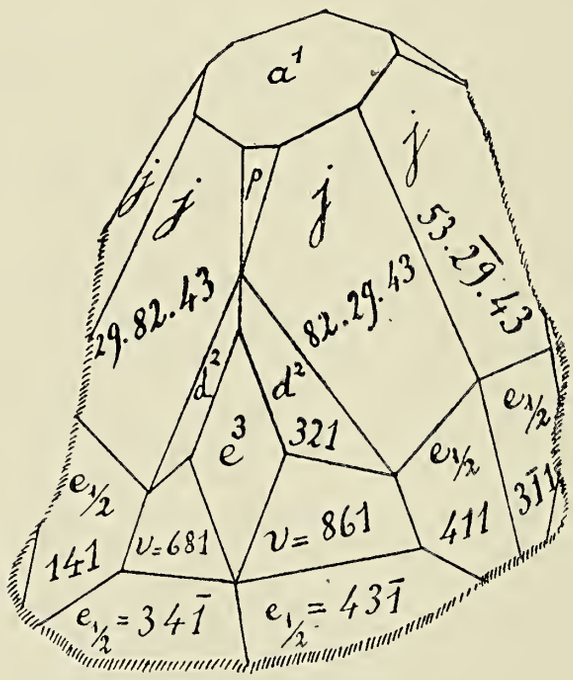


Fig. 1.

à notation compliquée; il est modifié légèrement par $a^1 p d^2 e^3 e_{\frac{1}{2}} v$ (1) en faisant abstraction de certaines facettes mal développées.

On a d'abord mesuré :

$$\overset{\cdot\cdot}{jj} \text{ sur } p = \varphi = 66^\circ 5'$$
$$\overset{\cdot\cdot}{jj} \text{ sur } e^1 = \psi = 34^\circ 42'.$$

En partant de ces angles, si xyz est la face cherchée, on a :

$$\left.\begin{aligned} \frac{x}{y} &= 1 + \frac{\sin\frac{\varphi}{2}}{\sin\frac{\psi}{2}} = k \\ s\left(\frac{z}{y}\right)^2 &= \left(\frac{\sin 60^\circ}{\sin\frac{\psi}{2}}\right)^2 - (k^2 - k + 1) \end{aligned}\right\} \quad \left.\begin{aligned} \frac{x}{y} &= 2{,}82842 \ (2) \\ \frac{z}{y} &= 1{,}48372. \end{aligned}\right. \quad (a)$$

(1) $v = 861 = d^{\frac{1}{3}} d^1 b^{\frac{1}{5}}$. Les faces d^2, $e_{\frac{1}{2}}$, v, qui ont servi de repères, ont été déterminées notamment par :

Angles	Calculés	Mesurés
$v\ d^2$	13°54′	13°55′
$v\ e^3$	14°59′	14°58′
$e_{\frac{1}{2}}\ a^1$	105°42′	105°45′
$e_{\frac{1}{2}}\ d^2$	26°7′,5	26°14′

(2) En se reportant à un tableau contenant les rapports des caractéristiques des différentes formes connues, on voit que j ne peut coïncider avec aucune d'elles (voir *loc. cit.* p. 363); $\upsilon = 834 = d^{\frac{1}{3}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}}$ s'en approche imparfaitement (voir le tableau de la page 72).

1° En développant ces rapports en fractions continues et prenant les réduites, on obtient :

$$\frac{x}{y} = 2, 3, \frac{14}{5}, \frac{17}{6}, \frac{82}{29}, \frac{99}{35}, \frac{478}{169} \cdots\cdots$$

$$\frac{z}{y} = 1, \frac{3}{2}, \frac{43}{29}, \frac{46}{31} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

On est, par là, amené à essayer :

$$\begin{array}{cc} \frac{x}{y} & \frac{z}{y} \\ \hline 3 & \frac{3}{2}, \\ \frac{17}{6} & \frac{3}{2}, \\ \frac{82}{29} & \frac{43}{29}, \end{array} \qquad \begin{array}{l} 623 = d^{\frac{1}{11}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{7}} \\ 17.6.9 = d^{\frac{1}{52}}\, d^{\frac{1}{14}}\, b^{\frac{1}{19}} \\ 82.29.43 = d^{\frac{1}{154}}\, d^{\frac{1}{67}}\, b^{\frac{1}{92}} \end{array}$$

2° Si, en partant des valeurs (a), on calcule la notation relative aux arêtes du rhomboèdre de clivage $\left(d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}}\right)$, on obtient :

$$m = 5{,}31214, \quad n = 2{,}31214, \quad p = 3{,}17312.$$

En développant les rapports $\frac{m}{n}$ et $\frac{p}{n}$ en fractions continues, on obtient pour réduites :

$$\frac{m}{n} = 2, \frac{7}{3}, \frac{16}{7}, \frac{23}{10}, \frac{85}{37}, \frac{278}{121} \cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\frac{p}{n} = 1, \frac{3}{2}, \frac{4}{3}, \frac{11}{8}, \frac{59}{43}, \frac{70}{51}, \frac{129}{94}, \frac{328}{239} \cdots\cdots\cdots$$

On est, par là, amené à essayer :

$$\frac{m}{n} \quad \frac{p}{n}$$

$$\frac{7}{3} \quad \frac{4}{3}, \quad d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{4}} = 11.4.6$$

$$\frac{16}{7} \quad \frac{4}{3}, \quad d^{\frac{1}{18}} d^{\frac{1}{21}} b^{\frac{1}{28}} = 76.27.41$$

$$\frac{23}{10} \quad \frac{11}{8}, \quad d^{\frac{1}{92}} d^{\frac{1}{40}} b^{\frac{1}{55}} = 147.52.77 \text{ (1)}$$

Hessenberg a observé sur des cristaux du Lac Supérieur un scalénoèdre $-\frac{14}{27}$ R $\frac{11}{3} = 154.56.81 = d^{\frac{1}{97}} d^{\frac{1}{41}} b^{\frac{1}{57}}$ (Voir Des Clo'zeaux, *Minéralogie*, page 106), pour lequel : $\frac{x}{y} = 2{,}75$, $\frac{z}{y} = 1{,}4464$, qui, très probablement, n'est autre chose que la forme dont nous nous occupons, comme on peut le voir dans le tableau de correspondance qui suit :

(1) On a aussi essayé, comme s'approchant assez bien des résultats obtenus par le développement en fraction continue, $d^{\frac{1}{23}} d^{\frac{1}{10}} b^{\frac{1}{14}} = 37.13.19$.

ANGLES	CALCULÉS.									MESURÉS
	623	17.6.9	11.4.6	37.13.19	76.27.41	147.52.77	82.29.43	154.56.81	834	Moyennes prises entre des mesures différant ordinairement de 0′ à 2′ et, tout au plus, de 5′.
sur p	69°10′	65°58′	64°14′,5	66°44′	65°20′	66°5′,5	66°5′	64°58′	64°43′,5	66°5′
sur e^1	32°58′,5	34°33′	35°22′,5	34°40′	34°36′,5	34°44′	34°43′	35°45′	37°28′	34°42′
avec a^1	60°7′	58°34′,5	57°45′,5	59°21′,5	58°5′	58°50′,5	58°49′	58°41′5	59°55′	58°42′
avec p		33°37′,5				33°45′	33°44′	33°13′	33°27′,5	33°46′
avec d^2		21°8′				20°59′	20°59′,5	20°33′	19°28′	20°59′
avec e^3		40°5′				39°58′	39°59′	39°29′	38°32′	39°59′
avec $e_{\frac{1}{2}}$		16°47′				16°33′,5	16°35′	16°55′	16°6′	16°41′
	$\frac{1}{d^{11}}\ \frac{1}{d^5}\ \frac{1}{b^7}$	$\frac{1}{d^{32}}\ \frac{1}{d^{14}}\ \frac{1}{b^{19}}$	$\frac{1}{d^7}\ \frac{1}{d^3}\ \frac{1}{b^4}$	$\frac{1}{d^{23}}\ \frac{1}{d^{10}}\ \frac{1}{b^{14}}$	$\frac{1}{d^{48}}\ \frac{1}{d^{21}}\ \frac{1}{b^{28}}$	$\frac{1}{d^{92}}\ \frac{1}{d^{40}}\ \frac{1}{b^{55}}$	$\frac{1}{d^{154}}\ \frac{1}{d^{67}}\ \frac{1}{b^{92}}$	$\frac{1}{d^{97}}\ \frac{1}{d^{41}}\ \frac{1}{b^{57}}$	$\frac{1}{d^5}\ \frac{1}{d^2}\ \frac{1}{b^3}$	
log. M →	0,7855559	1,2430301	1,0569634	1,5773608	1,8955105	2,1786040	1,9252345	2,1987123	0,9079291	

On voit que les notations admissibles sont :

		Écart avec les angles mesurés.
(1)	$17.6.9 = d^{\frac{1}{52}}\, d^{\frac{1}{14}}\, b^{\frac{1}{19}}$	$7'.\ 9.\ 7\frac{1}{2}.\ 8\frac{1}{2}.\ 9.\ 6.\ 6$
	$147.52.77 = d^{\frac{1}{92}}\, d^{\frac{1}{40}}\, b^{\frac{1}{55}}$	$\frac{1}{2}.\ 2.\ 8\frac{1}{2}.\ 1.\ 0.\ 1.\ 7\frac{1}{2}$
	$82.29.43 = d^{\frac{1}{154}}\, d^{\frac{1}{67}}\, b^{\frac{1}{92}}$	$0.\ 1.\ 7.\ 2.\ \frac{1}{2}.\ 0.\ 6.$

On pourrait adopter la première notation qui est relativement simple : le pôle de la face j ainsi notée se trouverait à l'intersection des cercles de zone :

$$3\bar{1}5 \left(\underset{552}{e^4}\ \underset{471.}{d^{\frac{4}{5}}}\ \underset{150.}{k}\ \underset{714}{e_{4/3}} \right) \text{ et } \bar{3}43 \left(\underset{551.}{d^{\frac{5}{2}}}\ \underset{101.}{e^{\frac{1}{2}}} \right).$$

Les deux dernières notations donnent une meilleure concordance. On tombe ici dans l'incertitude : faut-il adopter la notation qui est plus simple relativement aux arêtes du rhomboèdre de clivage, ou celle qui est plus simple par rapport aux axes hexagonaux ? L'incertitude cesserait probablement si le cristal ancien, sur lequel j est venu se former, était déterminable.

En attendant que la loi qui préside à la formation des cristaux engendrés autour de cristaux préexistants soit nettement définie, au lieu de donner leurs faces par des notations dont la forme est souvent arbitraire, il serait préférable de les fixer par un des deux moyens suivants,

(1) La relation entre la formule relative aux axes hexagonaux et la notation de Naumann est, pour les scalénoèdres inverses dont il s'agit :

$$hkl = -\frac{h-2k}{l}\,\mathrm{R}\,\frac{h}{h-2k}\text{; de sorte que } 17.6.9 = -\frac{5}{9}\,\mathrm{R}\,\frac{17}{5},$$

$$147.52.77 = -\frac{43}{77}\,\mathrm{R}\,\frac{147}{43}, \qquad 82\ 29.43 = -\frac{24}{43}\,\mathrm{R}\,\frac{41}{12};$$

on voit qu'ils s'approchent beaucoup du scalénoèdre de Hessenberg $-\frac{14}{27}\,\mathrm{R}\,\frac{11}{3}$.

qui empêcheraient la multiplication inutile des formes que l'on rencontre de jour en jour et qui finiraient par former un catalogue impossible à déchiffrer.

1° Déterminer la forme par les rapports : $\frac{h}{k}$ et $\frac{l}{k}$ (dans la notation hexagonale) ou par les rapports : $\frac{m}{n}$, $\frac{p}{n}$ dans la notation de Lévy ou de Miller. Ainsi, le scalénoèdre du Lac Supérieur serait noté :

$$j \begin{cases} \frac{h}{k} = 2{,}8284 \\ \frac{l}{k} = 1{,}4837 \end{cases} \qquad \text{ou bien } j \begin{cases} \frac{m}{n} = 2{,}2975 \\ \frac{p}{n} = 1{,}3724 \end{cases}$$

2° Fixer sur la sphère de projection le pôle de la forme considérée par sa longitude [1] φ et sa latitude λ; ces quantités sont données par les formules : $tg.\,\varphi = \frac{h-k}{h+k}\,tg.\,60°$, $tg.\,\lambda = C\frac{l}{h}\,sin.\,(60° + \varphi)$, C étant un coefficient numérique donné, pour la calcite, par $log.\,C = 0{,}0683899$. Pour la face j on aurait : $\varphi = 39°36'$, $\lambda = 31°11',5$.

[1] φ est l'angle que le grand cercle vertical passant par le pôle considéré fait avec le grand cercle vertical passant par le pôle e^2 antérieur (110); λ est l'arc du grand cercle vertical passant par le pôle considéré, compris entre ce pôle et l'équateur.

SUR UN TERME NOUVEAU DU QUATERNAIRE INFÉRIEUR

Observé en Belgique

PAR

É. DELVAUX.

Dans le courant de l'année 1885, nous avons présenté à la Société d'Anthropologie de Bruxelles des instruments grossiers en silex, irrégulièrement taillés, dont la découverte a nécessité la création d'un terme nouveau destiné à prendre la tête de la nomenclature préhistorique la plus généralement adoptée, celle de M. G. de Mortillet. Ces silex, que nous avons appelés mesviniens [1], nous les considérons comme les plus anciens vestiges du travail de l'homme, recueillis en Belgique et dans l'Europe occidentale.

Outre les raisons ayant trait à la question anthropologique et à l'archéologie, que nous exposions à nos collègues, notre détermination reposait tout particulièrement sur des faits positifs, concordants, étudiés avec soin et observés en diverses régions du pays assez éloignées les unes des autres.

Comme ces observations et les preuves qui en découlent relèvent principalement de l'ordre stratigraphique et

[1] É. Delvaux. Epoque quaternaire. Age paléolithique. Les silex mesviniens. Premiers essais d'utilisation des silex éclatés. In-8° avec pl. Bruxelles. *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, t. VI, 1887-88. Nos confrères de la Société géologique de Belgique et la bibliothèque de la Société ont reçu un exemplaire de ce travail.

paléontologique, objet spécial des études de la Société, et qu'elles révèlent l'existence d'un terme nouveau du quaternaire inférieur de Belgique, nous avons l'honneur d'en présenter à nos confrères un résumé destiné à prendre date.

Exposé de la question.

Les géologues qui se sont occupés de l'étude du quaternaire en Belgique ont tous considéré jusqu'à ce jour, comme constituant les dépôts les plus anciens de cet âge, les sables plus ou moins limoneux, généralement grossiers, avec ou sans cailloux, formant la base des masses de limon qui recouvrent les plateaux élevés de la partie orientale du pays, les collines du centre et celles de la région occidentale.

Le second terme était, comme on sait, constitué par des alluvions ou du limon plus ou moins sableux stratifié, caractérisé par la présence d'espèces fluviatiles, parmi lesquelles nous citerons plus spécialement les *Succinées*.

Le troisième comprenait les deux facies du limon non stratifié, ergeron et terre à briques, le plus souvent séparés du précédent par une ligne ou nappe peu épaisse de cailloux de silex roulés (1).

Grâce aux travaux de MM. Briart et Cornet (2), tous les géologues de l'Europe occidentale connaissent depuis longtemps cette composition du quaternaire, ainsi que les autres éléments stratigraphiques qui constituent le sol

(1) Nous négligeons de mentionner les sables campiniens dont nous n'avons pas à nous occuper dans ce travail.

(2) A. Briart et F. Cornet. Sur l'âge des silex ouvrés de Spiennes et de Mesvin. *Bul. Acad.* 2e *série*, *t. XXV*, N° 2, p. 126 avec pl. 1868.

A. Briart, F. Cornet et A. Houzeau de Le Haie. Rapport sur les découvertes géologiques et archéologiques faites à Spiennes en 1887. *Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut.* In-8°. Mons 1872.

et le sous-sol de la colline de Mesvin aux environs de Mons.

En effet, sous la conduite de nos éminents confrères, les membres du Congrès international préhistorique, en 1872 (1), et nos collègues de la Société géologique de France, en 1874 (2), ont pu étudier dans tous leurs détails, les superpositions mises à découvert dans la tranchée du chemin de fer de Bonne-Espérance, tranchée connue dans la science sous le nom de tranchée de Mesvin.

C'est dans cette longue et profonde excavation, dont la coupe est devenue classique (3), grâce aux travaux mentionnés ci-dessus, que nous avons, pour la première fois, constaté la plupart des faits importants que nous signalons et réuni les principales observations qui font l'objet de cette note.

Nous nous proposons d'exposer ci-après le résultat de nos études stratigraphiques sur la colline et dans la tranchée de Mesvin.

Nous décrirons certaines complications qu'offre le quaternaire dans la plaine de St-Symphorien et nous présenterons l'explication rationnelle des phénomènes qui ont produit les actions modificatrices d'où est résulté ce dernier facies local.

Nous ferons connaître ensuite les observations qu'il nous a été donné d'effectuer en d'autres parties du pays,

(1) A. Briart et F. Cornet. L'homme de l'âge du mammouth, dans la province de Hainaut. *Compte rendu du Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques*, 6e session. In-8o. Bruxelles 1872, p. 250. Op. cit. Sur l'âge de la pierre polie et les exploitations préhistoriques de silex; p. 279, avec pl.

(2) A. Briart et F. Cornet. Compte rendu de l'excursion du 1er septembre à Harmignies, Spiennes et Mesvin. *Bull. Société géologique de France*, 3e série, t. III. Réunion extraordinaire à Mons et à Avesnes. In-8o. Paris, 1874, p. 54.

(3) Voir les publications et les coupes citées ci-dessus.

assez éloignées les unes des autres, principalement la constatation de faits identiques dans la région de Tirlemont et dans celle de Renaix.

Nous terminerons par l'exposé des preuves paléontologiques recueillies dans les trois gisements principaux cités par nous, Mesvin, Overlaer et Waetsbrugge.

Observations stratigraphiques.

TRANCHÉE DE MESVIN.

Dans la tranchée de Mesvin, sous le dépôt caillouteux avec ossements d'espèces quaternaires éteintes et haches amygdaloïdes chelléennes, considéré jusqu'à présent comme base du quaternaire, par tous les géologues, s'étendent, comme on sait, des masses sableuses glauconifères appartenant, sans conteste, au landenien inférieur marin [1].

Au point où ces sables sont le mieux développés [2], on a pu observer qu'ils présentent trois termes que nous énumérerons successivement à partir du sommet.

γ Sable glauconifère jaune verdâtre, imprégné d'eau, meuble, désagrégé, non stratifié en haut, plus ou moins stratifié vers le bas, passant insensiblement au

β Sable glauconifère vert noirâtre foncé, de plus en plus argileux et cohérent en descendant et reposant sur un

α Banc ou couche de silex corrodés, verdis, avec graviers, etc., ravinant très énergiquement la craie sous-jacente.

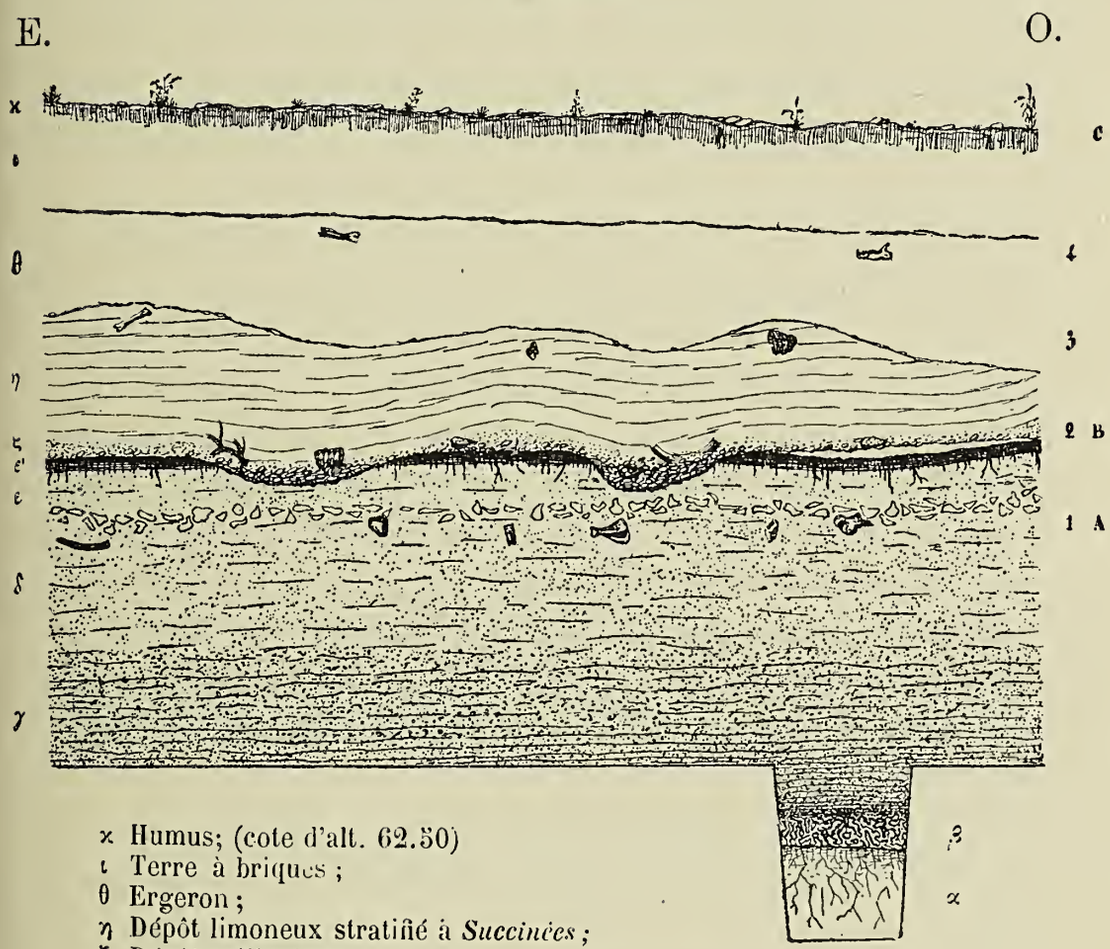
(1) Epaisseur du landenien dans la tranchée de Mesvin, 2,50 à 3 m. 20.

(2) L'auteur a pu d'autant plus exactement constater les faits énoncés, qu'il les a observés, pour la première fois, à l'époque du creusement de la tranchée, alors que les parois de celle-ci étaient encore verticales.

C'est dans le terme supérieur γ que nous avons fait la découverte dont il s'agit, aussi croyons-nous devoir en offrir une description détaillée.

Coupe diagramme de la tranchée de Mesvin.

Talus sud.



x Humus; (cote d'alt. 62.50)
ι Terre à briques ;
θ Ergeron ;
η Dépôt limoneux stratifié à *Succinées ;*
ζ Dépôt caillouteux ;
ε' Humus noirâtre, avec traces végétales, (*vieux sol*) ;
ε Sable glauconifère, landenien remanié, imprégné d'eau ;
δ Sable landenien glauconifère, stratifié, en place ;
γ Sable landenien argileux, glauconifère, vert foncé, très cohérent ;
β Banc de silex verdis ;
α Craie.
4 *Quatrième niveau ossifère.*
3 *Troisième id. id.*
2 *Deuxième id. id.*
1 *Premier id. id.*
C Néolithique.
B, A Paléolithique { Chelléen. Mesvinien.

Si l'on examine avec attention la masse des sables landeniens de la tranchée, on constate que très argileux, cohérents vers le bas, ils voient ces conditions minéralogiques se modifier peu à peu en montant, de sorte qu'à mi-hauteur, les éléments argileux ont presque entièrement disparu. Le sable glauconifère devient moins foncé, de vert, il passe au gris verdâtre. Il présente toujours un mélange de grains de quartz et de glauconie de même volume, bien que ce dernier minéral paraisse devenir, vers le haut, moins abondant. La stratification reste visible jusqu'à une faible distance du sommet, cependant elle apparaît presque confuse en approchant de la surface. Dans les cinquante derniers centimètres, les sables s'imprègnent d'eau, passent au gris rose ou au gris jaunâtre, ont perdu toute cohérence et présentent les caractères des sables qui ont contenu de l'eau congelée, c'est-à-dire de sables dont les éléments lithologiques, grains de quartz et grains de glauconie, ont été écartés les uns des autres par la dilatation cubique de la glace. Dans les temps de grande sécheresse, ces sables paraissent absolument meubles et la main y pénètre facilement.

Enfin, tout au sommet, sous le dépôt caillouteux, on observe une ligne d'un humus noirâtre. Cette zone peu épaisse (0.06, max.), rouge brunâtre, limoniteuse et manganésifère, semble liée aux ondulations de la surface des sables tertiaires landeniens, qu'elle suit exactement, tandis qu'elle paraît, au contraire, avoir été plus ou moins ravinée et par places totalement emportée par les érosions énergiques dues à l'arrivée du dépôt caillouteux.

Sous la zone brun noirâtre susdite, dans le sable landenien glauconifère désagrégé, imprégné d'eau et remanié sur place par ce liquide, distinctement séparé du dépôt caillouteux quaternaire, nous avons recueilli

des instruments rudimentaires en silex, sans forme arrêtée, mais répondant tous à cette double nécessité de trancher ou de percer. Ces éclats grossiers représentent les premiers essais de l'utilisation du silex, de la taille intentionnelle, du travail de l'homme.

Les silex anguleux ou subanguleux, peu ou point roulés dont il s'agit, se trouvaient à diverses hauteurs, soit dispersés, soit, et c'est le plus souvent, rapprochés les uns des autres, en couche peu épaisse, dans la partie désagrégée et imprégnée d'eau des sables landeniens ; ils s'arrêtaient aux premières traces d'argile ou de cohérence qu'ils rencontraient dans ces sables et qu'ils ne dépassaient jamais. Ces silex se distinguent par une patine spéciale. Très fine, jaune roussâtre terne, elle est due à la présence de la limonite en suspension dans l'eau imprégnante, limonite résultant de l'altération de la glauconie des sables landeniens. Cette pellicule est, comme on le voit, absolument différente de l'épaisse patine, blanc laiteux, à reflets bleuâtres, luisante, d'apparence vernissée, qui caractérise les haches amygdaloïdes chelléennes et certains autres instruments en silex taillé du dépôt caillouteux. Elle est également distincte du cacholong poreux friable, blanc jaunâtre, des instruments taillés ou polis des âges postérieurs, que l'on recueille à la surface du sol.

Par la positoin stratigraphique qu'ils occupent actuellement et les dispositions qu'ils affectent, en particulier celle qui les montre, lorsqu'ils sont isolés, presque toujours maintenus verticalement, la partie la plus volumineuse et la plus lourde en bas, on est amené à déduire que les silex mesviniens, dont nous venons de parler, se trouvaient primitivement épars sur le vieux sol, à la surface des sables landeniens, avant l'arrivée du dépôt caillouteux, avec lequel ils n'ont aucune relation.

En effet, bien longtemps avant l'arrivée de ce dépôt, ils avaient quitté la surface des sables landeniens. Ce déplacement s'est effectué sans doute lorsque ces derniers se sont désagrégés et ont été rendus fluides par la présence de l'eau d'imprégnation qu'ils recevaient. Descendus, en vertu de leur pesanteur spécifique, dans l'épaisseur de ces sables tertiaires mouvants, nos silex y ont disparu, engloutis par voie d'enlizement ([1]).

Après l'enfouissement des silex, les sables imprégnés d'eau se sont refermés, comme d'ordinaire se comportent toujours les sables mouvants. Dans la suite des siècles, la surface de ceux-ci durcie, soit par dessiccation en temps de sécheresse, soit par le fait de phénomènes tout opposés, de congélation, la surface des sables durcis, disons-nous, a pu supporter plus tard les effets mécaniques d'érosion sans se laisser entamer, et conserver intacts les précieux objets qui y étaient enfouis. La même surface les a, en outre, préservés du contact et du mélange, lors de l'arrivée du dépôt caillouteux, qui a précédé la précipitation des limons issus de la débâcle glaciaire.

([1]) L'enlizement, dans les sables mouvants, est un accident très connu, qui se produit fréquemment. Non seulement les roches denses s'y enfoncent, mais on a vu de grands mammifères, des hommes isolés, des chevaux, des groupes entiers de cavaliers et même des bateaux y disparaître, sans laisser de trace.

Un phénomène plus rare est la descente de cailloux de silex dans l'argile altérée, détrempée. Nous croyons être le premier qui ait signalé le fait. Cf. É. Delvaux. *Notice explicative du levé géologique de la planchette d'Anseghem, exécuté par ordre du Gouvernement.* In-8. Bruxelles 1882, p. 36, avec fig.

Nous ne saisissons pas la portée de l'objection qu'élève notre collègue M. M. Mourlon, dans sa communication à l'Académie (*Sur le gisement des silex taillés attribués par M. Cels à l'homme tertiaire, aux environs de Mons.* Bull. 3e série, t. 17, n° 6. Bruxelles 1889, p. 514) lorsqu'il dit : « Ne pourrait-« on pas se demander comment des corps beaucoup plus lourds et mieux dis-« posés pour s'enfoncer dans le sable n'auraient pas subi le même sort que les « silex taillés en question. »

A quels corps notre collègue fait-il allusion ? Nous ne savons. A l'époque où nos silex se sont enfoncés dans les sables mouvants, il n'existait, comme nous l'établissons, aucun dépôt, aucun corps au-dessus du vieux sol constituant la surface des sables landeniens.

Paléontologie.

Sous le dépôt caillouteux, base du quaternaire et distinctement séparés de lui, dans les mêmes sables landeniens désagrégés, imprégnés d'eau dont nous venons de parler, associés intimement aux silex mesviniens que nous avons décrits, dans des conditions identiques et aux mêmes niveaux, nous avons eu la bonne fortune de découvrir des ossements de mammifères appartenant sans conteste aux espèces éteintes de la faune quaternaire la plus ancienne, connue en Belgique [1].

Ces ossements enlizés avec nos silex mesviniens dans les sables landeniens remaniés, n'ont pas été recueillis par des ouvriers et achetés par l'auteur, mais ils ont été tous découverts par nous-même et retirés du gisement de nos propres mains.

Couverts de dendrites de manganèse, ces os présentent les caractères les plus authentiques d'une antiquité reculée; ils montrent encore la gangue qui les enveloppait et qui établit le niveau précis où ils se trouvaient ensevelis. Non seulement ils présentent des entailles à lèvres épaisses, dues aux coups des grossiers instruments en silex de l'homme de ces temps, mais dans les grandes alvéoles de leur tissu cellulaire, la loupe décèle, avec la plus grande facilité, la présence d'échantillons caractéristiques du sable glauconifère landenien absolument pur dans lequel ils étaient enfouis.

Arrêtés depuis des siècles dans un milieu imprégné d'eau, on ne s'étonnera pas de l'état de friabilité extrême

[1] La faune du quaternaire inférieur français diffère essentiellement, comme on sait, de la nôtre, en ce sens que la première est caractérisée par la présence de restes nombreux de l'*Elephas antiquus* et de *Rhinoceros Merkii*, espèces dont l'habitat n'a pas, au Nord, dépassé la Somme et ne s'est pas étendu jusque chez nous.

dans lequel nous les avons trouvés. Ce n'est qu'à l'aide de précautions infinies, bien connues d'ailleurs des spécialistes, et en dégageant patiemment autour d'eux la masse des sables qui les enveloppaient, que nous arrivions à retirer nos ossements intacts. Séchés ensuite lentement à l'air et débarrassés de ce que nous appellerons leur eau de carrière, ils ne tardaient pas à reprendre leur dureté première, constituant ainsi des témoins inaltérables et irrécusables.

Les débris de la faune quaternaire, recueillis par nous à la partie supérieure des sables landeniens désagrégés et imprégnés d'eau de la tranchée de Mesvin, ont été, en 1885, mis sous les yeux de nos collègues de la Société d'Anthropologie de Bruxelles, ils représentent les espèces suivantes, savoir :

Elephas primigenius (1)
Rhinoceros tichorhinus
Bison europœus
Equus caballus
Cervus (megaceros?)

Il nous paraît inutile de rappeler que les ossements recueillis par nous, dans les sables glauconifères landeniens remaniés et imprégnés d'eau, où ils étaient descendus (après avoir séjourné à la surface du vieux sol) par l'action des phénomènes qui ont amené l'enlizement de nos silex mesviniens, n'ont rien de commun avec les débris d'ossements de leurs congénères apportés et roulés avec d'autres éléments, lors de l'arrivée du dépôt caillouteux ou postérieurement à celle-ci.

(1) Nous avons appris tout récemment que M. L. De Pauw, conservateur des collections à l'université de Bruxelles, avait recueilli lui-même, dans la tranchée de Mesvin, au niveau stratigraphique indiqué par nous, dans les sables landeniens remaniés, une molaire du même proboscidien.

Ils en diffèrent essentiellement par l'état de conservation, la coloration, le témoignage de la gangue enveloppante qui, tant à la surface, que dans les alvéoles du tissu cellulaire, est d'une autre nature. Cette gangue détermine, sans erreur possible, pour chacun des niveaux paléontologiques, le milieu précis où les pièces ont séjourné et d'où elles ont été retirées (1).

Les ossements d'espèces quaternaires, que nous avons recueillis, fixent l'âge du dépôt remanié sur place et imprégné d'eau où ils ont été trouvés. Ce dépôt de sables landeniens glauconifères remaniés est d'âge quaternaire et représente un terme beaucoup plus ancien que le dépôt caillouteux, sans aucun doute le plus ancien connu de cet âge en notre pays.

Il nous reste maintenant à examiner et à exposer rapidement ensuite de quels phénomènes des silex taillés par l'homme, accompagnés de restes d'espèces franchement quaternaires, ont pu être ensevelis dans les

(1) MM. A. Briart et F. Cornet (*Compte rendu du Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques*, 6e session. Bruxelles, in-8°, pl. 29), signalent l'existence de trois niveaux ossifères dans la tranchée de Mesvin. Le premier, B^1, dans le limon sableux, vers le sommet de l'ergeron, a donné des os *d'Elephas primigenius* et de *Rhinoceros tichorhinus* (*Op. cit.*, p. 263). Le second, B^5, dans le sable limoneux avec boudins de sable vert landenien remanié. Le troisième, C, dans le dépôt caillouteux, proprement dit, avec silex amygdaloïdes.

Dans plusieurs publications, où l'on s'est occupé des silex mesviniens, on paraît avoir fait confusion. Ainsi notre collègue, M. M. Mourlon (*Bull. Acad.* 3e *série*, t. 17. N° 6. 1889, p. 514), rappelant notre découverte d'ossements « qui fixeraient définitivement l'âge géologique du niveau » ajoute : « cependant d'autres géologues, tels que MM. Briart, Cornet et Houzeau de Le Haie, renseignent *ces* ossements au niveau même des cailloux quaternaires et non en dessous. C'est inexact. Les géologues cités ne signalent pas *nos* ossements comme ayant été trouvés dans les cailloux de la base, ainsi que l'affirme M. Mourlon, mais, ce qui est bien différent, les ossements recueillis *par eux*. Ils en fixent d'ailleurs le gisement, non exclusivement dans le dépôt caillouteux, mais, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, dans *trois* niveaux parfaitement distincts. Notre découverte porte donc à *quatre* les niveaux ossifères de cette tranchée classique.

sables glauconifères landeniens remaniés, désagrégés, imprégnés d'eau et constituer, ainsi que nous venons de le dire, le terme le plus inférieur du quaternaire de la Belgique.

Exposé théorique des faits observés.

L'un des phénomènes les plus considérables de la géophysique est, sans contredit, celui qui a pour objet l'aplanissement, la recherche de l'équilibre à la surface du globe par l'arasement des continents. Cette ablation immense, qui n'a pas cessé d'être poursuivie par les forces naturelles, depuis la consolidation de l'écorce terrestre et la condensation des océans, est, comme on sait, l'œuvre par excellence des agents météoriques, plus spécialement celle de la goutte d'eau tombant du ciel. A toutes les époques, des précipitations plus ou moins abondantes se sont produites à la surface des terres émergées, qui ont eu pour résultat un phénomène général d'érosion, ayant pour fin l'abaissement, le nivellement de la surface [1]

Le creusement des vallées, qui s'est effectué avec des intensités variées à toutes les époques, qui diffère à peu près d'âge pour chaque fleuve, qui s'est en dernier lieu surtout accusé à l'aube des temps quaternaires et qui se poursuit de nos jours universellement dans la partie supérieure de presque tous les cours d'eau, le creusement des vallées n'a été qu'un détail du grandiose phénomène, le procédé à l'aide duquel le déblaiement des éléments désagrégés des continents s'opérait, la voie par laquelle ces matériaux immenses étaient transportés à la mer.

Nous nous proposons de considérer ici comment les

[1] A. Penck. *Das Endziel der Erosion.*
De la Noë et de Margerie. *Les formes du terrain*, etc.

forces naturelles se sont comportées pour atteindre le but indiqué à l'aube des temps quaternaires dans la partie occidentale de notre pays.

A la fin de l'époque tertiaire, par suite de causes astronomiques qu'il n'entre pas dans le cadre de ce travail d'exposer, les phénomènes généraux auxquels il est fait allusion, avaient acquis une intensité considérable et des précipitations aqueuses très abondantes, dues à des alternatives de chaleur et d'humidité, devaient porter plus tard au maximum l'extension des glaciers.

Entre le retrait de la dernière mer tertiaire et l'arrivée du dépôt caillouteux quaternaire, grâce aux causes que nous venons de rappeler, il s'est produit un phénomène important qui a dû prendre un temps, exiger une durée considérables. Nous voulons parler de la puissante dénudation qui a eu pour objet de dépouiller les plateaux de la Belgique occidentale, les collines de Mesvin, des étages tertiaires supérieurs au landenien, qui les recouvraient, étages qui existent encore au complet et qu'on peut étudier, au Nord et à l'Ouest, dans des collines très rapprochées et dont une partie importante a été conservée et se voit à deux kilomètres à peine du point cité, dans la double colline du Bois de Mons et du mont Panisel.

Cette énorme dénudation des collines montoises, dont nous pouvons mesurer l'amplitude, grâce aux témoins préservés, demeurés debout, n'est pas due à des retraits ou à des retours de mers tertiaires, puisque nous constatons, à une faible distance, l'existence de collines ayant conservé et possédant encore aujourd'hui leur série complète d'étages tertiaires. Il suffit de citer entre autres, à l'Ouest, le mont Saint-Aubert et au Nord, les collines flamandes de la région de Renaix.

La dénudation dont il s'agit est donc l'œuvre exclusive des précipitations pluviales. Les masses aqueuses

rencontrant dans leur chute des assises sableuses dilatées par le réchauffement, constituées d'éléments peu cohérents, déjà plus ou moins désagrégés, n'ont éprouvé aucune difficulté à les délayer et à les entraîner avec elles, sur la pente générale au Nord-Ouest, déterminée par le retrait constant des mers.

Pendant de longues périodes d'années, cette œuvre, avec les arrêts, les ralentissements, les reprises d'activité et l'irrégularité que comporte l'application des lois de la nature, s'est poursuivie. Les étages supérieurs meubles, à éléments fins ou peu cohérents, facilement entraînés, n'ont pour ainsi dire pas laissé de traces et nous ignorerions qu'ils ont couronné les collines de la région, sans les témoins restés debout au voisinage. Par places, cependant, comme on le voit au Bois de Mons et au mont Panisel, les étages moyens ont été capricieusement [1] préservés, tandis que tout proche, dans la colline de Mesvin qui nous occupe et dans la plaine de St-Symphorien, sur la crête au nord d'Harmignies, tout a été enlevé jusqu'aux dernières assises du landenien inférieur et en certains points jusqu'à la craie elle-même, qui a été entamée.

On voit donc par l'exposé qui précède que les com-

[1] Capricieusement, disons-nous, car il s'observe dans ces phénomènes d'érosion des faits étranges. Ainsi la double colline du Bois de Mons et du mont Panisel est située, comme chacun sait, à l'extrémité d'une vallée orientée Ouest-Est, la vallée de la Haine, qu'elle barre transversalement. Or, bien que recevant dans cette situation, de première main, tout l'effort, toute l'action mécanique des vents dominants et des pluies régnantes, elle a conservé néanmoins les étages ypresien, paniselien et s'élève encore à l'altitude de 107 mètres, tandis que tout proche (à 2 kilom. à peine), à Spiennes et à Harmignies, des collines beaucoup mieux situées, protégées par des hauteurs, abritées par une série de points culminants ont été arasées, dénudées jusqu'au landenien inférieur et même, en certains endroits, jusqu'à la craie. On trouvera sans doute plus tard, la loi, la raison de ces anomalies — quant à nous, nous n'avons pas réussi, jusqu'à ce jour, à les expliquer.

mencements de l'époque quaternaire n'ont pas été marqués par des apports de dépôts caillouteux, graveleux, sableux ou limoneux, comme on le croyait jusqu'à présent, lorsqu'on considérait ceux-ci comme constituant la base de ces terrains, mais que ces temps ont été caractérisés, au contraire, pendant de longs siècles par des quantités négatives, c'est-à-dire par des ablations, des enlèvements de matériaux et des disparitions d'étages, ailleurs encore existants, mais dont il ne subsiste plus la moindre trace aux points qui font l'objet de cette étude.

L'examen attentif des lieux démontre que ces effets se sont produits, dans les localités citées plus haut, avec des irrégularités dont il n'est pas toujours aisé d'expliquer les causes et dans le temps avec des intermittences, des alternatives d'énergie et de repos, d'arrêts et d'activité qui ont permis, à diverses reprises, à la végétation de se fixer et aux espèces alors vivantes de se développer.

La contrée semble avoir, entre autres fois, présenté ces caractères à la fin de la longue période d'érosion que nous venons d'esquisser et ce temps d'arrêt nous est révélé, cette reprise de la vie à la surface nous apparaît nettement accusée, marquée, par ces traces fugaces d'humus noirâtre, de vieux sol, qui ont été signalées par des observateurs d'élite et constatées par tous les membres du congrès préhistorique en 1872.

Les espèces quaternaires développées au milieu d'une végétation exubérante, couvraient les rives des cours d'eau, leur habitat ordinaire, naturel, tandis que l'homme lui-même s'essayait sur les plateaux à franchir le dernier échelon, qui devait le séparer à tout jamais de ses congénères animaux, en s'aidant d'instruments informes, grossiers, que lui offraient les falaises crayeuses, dont il commençait à utiliser le silex pour ses rudimentaires

besoins. C'est à cette phase des temps quaternaires, que nous faisons remonter l'enlizement des espèces de mammifères dont nous avons retrouvé les ossements, ainsi que l'enlizement corrélatif des premiers éclats irréguliers, sans forme arrêtée, de silex utilisés par l'homme.

Mais cette période d'accalmie ne devait pas présenter une durée illimitée. Bientôt les conséquences de la haute température et des énormes précipitations aqueuses commencèrent à sortir leurs effets physiques et l'extrême humidité d'une atmosphère sursaturée rencontrant des condensateurs naturels, les sommets des montagnes se couvrirent de névés et dans leurs vallées des glaciers se développèrent au nord et au centre de l'Europe.

La période glaciaire allait manifester son existence, exercer son action, faire reculer bien loin la riche végétation tropicale, la modifier complètement pour l'adapter aux exigences du nouveau milieu, transformer la faune et pour ainsi dire arrêter partout la vie.

Situé à peu près à égale distance des glaciers alpins et scandinaves, notre pays a vu les dernières traces de ces phénomènes s'arrêter précisément, se rencontrer et chevaucher, s'enchevêtrer sur son territoire où ils ont laissé, relativement à ce qui s'observe ailleurs, fort peu de débris (1).

Toutefois notre sol n'a pu échapper à la loi générale de refroidissement et la surface de nos plateaux et de nos collines a dû se congeler et cette congélation pénétrer à une certaine profondeur.

C'est sur cette surface durcie que plus tard la débâcle glaciaire la plus intense, la plus étendue, a roulé les

(1) É. Delvaux. Époque quaternaire. Sur les derniers fragments de blocs erratiques recueillis dans la Flandre Occidentale et dans le nord de la Belgique. *An. de la Société géologique de Belgique*, t. XIII, Mémoires 1886. In-8°, Liége, avec carte.

éléments de son dépôt caillouteux et déversé les masses d'eaux douces qui tenaient en suspension les graviers, les détritus sableux et les boues provenant des glaciers.

Un régime fluviatile, en partie nouveau, par places temporaire, s'établit, toujours orienté, comme par le passé, dans le sens de la pente générale au Nord-Ouest et nous en retrouvons la trace, bien visible, dans ces alluvions, régulièrement stratifiées, au profil nettement découpé en fond de bateau, que les tranchées de chemin de fer, les exploitations industrielles, nous font si souvent découvrir et dont le nombre augmente tous les jours.

L'une des plus instructives et des plus caractéristiques sans contredit, a été cette excavation Solvay, pratiquée vers le sommet de la colline de Mesvin, signalée par notre regretté F. L. Cornet et visitée, avec tant d'intérêt, par la Société d'Anthropologie de Bruxelles, en 1885 (1).

Cependant les masses d'eau de la débâcle, chargées de troubles glaciaires, arrêtées dans leur decursus vers le Nord, commencèrent à s'élever et déposèrent sur nos plateaux, sur nos collines et dans nos plaines, ce limon homogène qui allait mouler toutes les formes du relief, recouvrir ce qui subsistait des assises tertiaires dénudées et les revêtir comme d'un manteau ou d'un linceul.

A cette époque, un nouveau sol, couvertd'une végétation toute différente, vit les survivants des espèces quaternaires émigrées opérer leur retour, s'adapter au milieu ambiant et se développer sur les rives (2) nouvelles de ses

(1) É. Delvaux. *Compte rendu de l'excursion de la Société d'Anthropologie de Bruxelles à Mesvin et à Spiennes, le 13 septembre 1885*. In-8° avec carte et pl. Bruxelles 1886.

(2) Nous expliquons l'absence d'ossements fossiles quaternaires sur les hauts plateaux, par ce fait d'observation que les espèces dont il s'agit ont pour habitat naturel les lieux bas, plus particulièrement les hautes herbes qui se

cours d'eau. En même temps les hommes échappés à la destruction apparurent à leur suite; de rares couples ne tardèrent pas à se fixer, à reprendre leur tâche : le travail, la lutte pour l'existence et la marche séculaire vers le progrès s'effectuèrent de nouveau.

Harmignies et la plaine de St-Symphorien.

Indépendamment de la tranchée classique de Mesvin, où les faits que nous visons ont pu être, comme on l'a vu plus haut, observés nettement et décrits par nous (1), le territoire de la commune de Spiennes et la plaine de St-Symphorien nous fournissent d'autres exemples, et nous avons pu étudier avec toutes les facilités désirables, dans des coupes nombreuses, les résultats variés dus à l'action des phénomènes auxquels nous avons fait allusion et que nous avons expliqués.

Un simple coup d'œil, jeté sur la feuille de Givry (2), permet de constater à une faible distance, au nord d'Harmignies, l'existence d'une dénivellation importante, parallèle à la voie ferrée de Bonne-Espérance, dénivellation qui révèle et qui continue, sur cette planchette, le prolongement du tracé théorique de la *faille du Midi* ou *Eifelienne* relevé sur la feuille de Mons.

Il n'est pas douteux que la falaise crétacée, sensiblement orientée Est-Ouest, qui fait face au Sud et qui n'est plus revêtue actuellement que d'un dépôt relativement peu épais de limon (3), n'ait été jadis surmontée

développent le long des cours d'eau. L'éléphant, le rhinocéros n'aiment guère escalader les sommets.

(1) Vid. inf.

(2) Planchette de Givry, XLV/8 de la carte topographique de la Belgique à l'échelle de 1/20000.

(3) L'épaisseur du limon est très faible sur la route d'Harmignies. En certains endroits, la craie affleure. On peut observer le fait au point culminant,

d'étages tertiaires que les érosions ont fait successivement disparaître et dont le landenien, qui était le plus inférieur, a seul laissé subsister des traces.

En effet, les masses jusqu'alors respectées par l'ablation ont été désagrégées par les eaux pluviales, déplacées et transportées à quelques centaines de mètres dans le sens général de la pente vers le Nord et ces dépôts sableux ou argileux, déplacés par paquets, bien que renfermant parfois quelques graviers ou menus débris, gardent encore les caractères des strates tertiaires auxquelles ils ont appartenu.

Le sable landenien glauconifère et le sable glauconifère argileux, qui le précède dans la série stratigraphique, sont presque toujours particulièrement reconnaissables dans les nombreuses carrières qu'il nous a été donné de visiter dans la plaine.

Les dépôts quaternaires de la plaine de St-Symphorien.

Nous croyons devoir entrer dans quelques détails sur les facies divers que présentent les sables de l'étage landenien, remaniés par l'érosion quaternaire dans les exploitations de phosphate qui entament le sol et le sous-sol de la région de Spiennes et de St Symphorien, où ils sont représentés par des dépôts lenticulaires très irréguliers.

La plaine qui s'étend au nord de la crête d'Harmignies forme un bassin irrégulièrement circulaire, de quatre kilomètres environ de diamètre, dont la commune de St-Symphorien occupe à peu près le centre. Ce bassin

dans les fossés qui bordent la route de Beaumont. La plantation des arbres a dû être interrompue en ce point et la partie de la route où ils manquent, marque précisément les limites d'affleurement de la craie.

est limité par une ceinture de hauteurs inégales qui s'abaissent et s'entrouvrent à l'Ouest, au pied du versant sud du mont Panisel, pour permettre aux eaux de se déverser dans la Trouille.

Le substratum de cette plaine [1] est formé par le terrain crétacé qui y affleure en divers endroits et que l'industrie des phosphates atteint et met à découvert dans de nombreuses carrières.

Avant les ablations qui ont marqué les premiers temps de l'époque quaternaire, le crétacé de notre bassin était surmonté par la série des étages tertiaires, que nous connaissons dans toute la contrée, série dont une partie a été préservée et se voit encore en place dans la double colline du bois de Mons et du mont Panisel.

Tandis que ce témoin subsiste encore, à ses pieds, dans la plaine de St-Symphorien, le tertiaire a été désagrégé et entraîné. Le conglomérat à silex de la base du landenien, si résistant, a été emporté lui-même des hauteurs d'Harmignies et pour le retrouver, il faut descendre dans les profondeurs du sous-sol de la plaine. On l'y découvre parfois en place, rarement complet, le plus souvent affouillé, raviné, remanié et, en certains points, réduit à une simple traînée de silex, se confondant avec les éléments du dépôt caillouteux.

L'assise qui succède au conglomérat, le sable argileux glauconifère, à *Pholadomya Magaritacea* (*Konincki*), du landenien inférieur, dont la cohérence est très grande, ne présente plus, sauf dans une seule exploitation (dans la carrière Carbon et Van Roy, où il a conservé 1 m. 10), que des lambeaux très atténués, de forme lenticulaire,

[1] Le terrain dévonien a été atteint, dans un sondage de recherche, à la cote 19.80, sous le territoire d'Harmignies, au sud de la *faille du Midi* (*Eifelienne*). Nous tenons ce renseignement inédit, de notre regretté confrère et ami F.-L. Cornet.

dont l'allure et les épaisseurs sont extraordinairement irrégulières. Le plus souvent ces sables renferment des éléments étrangers qui attestent qu'ils ont été eux-mêmes, malgré leur consistance détrempés et plus ou moins remaniés par les eaux. Quel que soit d'ailleurs leur état, ils sont toujours parfaitement reconnaissables et aucun géologue n'hésitera à les considérer comme dérivés du landenien.

Dans les exploitations de la plaine de St-Symphorien comme dans la colline de Mesvin,les sables argileux vert noirâtre du landenien inférieur sont surmontés (1) de sables glauconifères moins cohérents, moins argileux, d'une coloration plus claire, verdâtre, passant au vert jaunâtre en certains points ; ils offrent la stratification sensiblement horizontale et conservent même une certaine épaisseur. Dans quelques carrières, ils reposent directement sur le conglomérat, tandis qu'ailleurs ils ne présentent plus que des lambeaux lenticulaires peu développés en puissance et en étendue. Ici leur stratification est tourmentée, ils ont été visiblement remaniés par les eaux, renferment des éléments étrangers et sont en contact avec les dépôts sous-jacents par l'intermédiaire d'une couche, en général peu développée, de silex, le plus souvent subanguleux entremêlés de quelques cailloux roulés.

Enfin, on observe encore des sables glauconifères grisâtres également dérivés du landenien et remaniés

(1) Voir les coupes que nous avons insérées dans les publications suivantes :

É. Delvaux. *Compte rendu de l'excursion de la Société d'Anthropologie de Bruxelles à Mesvin et à Spiennes, le 13 septembre* 1885, Bulletin de la Société, t. IV, in-8. Bruxelles 1886, avec carte et pl.

É. Delvaux et A. Houzeau de Le Haie. Sur l'état des terrains dans lesquels M. Cels a découvert des silex taillés par l'homme tertiaire. *Rapport à la Société d'Anthropologie de Bruxelles par les commissaires délégués.* Bruxelles, in-8 avec coupes, 1887.

par les eaux, renfermant comme les précédents des éléments étrangers et offrant comme eux la disposition lenticulaire, l'aspect tourmenté ou l'absence de stratification : leur base est marquée par une couche, plus ou moins épaisse, de silex anguleux émoussés renfermant des cailloux roulés.

Tous ces dépôts, incontestablement landeniens à l'origine, ont été, ou simplement détrempés sur place, désagrégés, rendus fluides, ce qui leur a permis de recevoir dans leur sein des éléments étrangers, ou bien ils ont été remaniés par les eaux. Enlevés aux crêtes voisines, ils ont été entraînés par les précipitations pluviales à l'état de masses, d'une distance de quelques centaines de mètres, et abandonnés dans la plaine au commencement de l'époque quaternaire.

Nous admettons comme absolument naturel que, parmi les fragments de silex anguleux, les cailloux roulés, ou autres éléments étrangers, entraînés avec les masses sableuses par les eaux quaternaires dévalant du Sud, il se rencontre des silex mesviniens. Il serait extraordinaire qu'il en fût autrement, attendu que les lambeaux quaternaires que nous venons de décrire proviennent à peu près tous de points où la falaise crétacée offrait ses silex à découvert, où les premiers essais d'utilisation par l'homme et de taille intentionnelle ont pris naissance.

Par contre, malgré une recherche attentive, il nous a été impossible de constater, dans aucune des nombreuses carrières ouvertes dans toute la région, la moindre trace de dépôts éoliens. Nous n'en sommes pas autrement surpris; ils ne pouvaient entrer dans l'économie des lois naturelles alors en action. En effet, il ne s'agissait pas de déplacer de quelques mètres des éléments sableux, mais de débarrasser la contrée de masses détri-

tiques encombrantes et de les transporter à la mer. D'ailleurs les caractères tranchés des formations éoliennes (1), aisément reconnaissables et différents de ceux des dépôts de transport par les eaux, ne permettent pas d'hésiter un instant ni de les confondre (2).

Dans certaines carrières, où le quaternaire est assez complexe, quelques masses sableuses, d'origine incontestablement landenienne, paraissent avoir été déplacées en bloc, entraînées tout d'une pièce. Elles renferment des éléments étrangers et offrent des traces manifestes de remaniement (3).

Nous croyons qu'il n'est pas bien difficile d'expliquer les causes de ce genre de transport et qu'il est permis

(1) Les formations éoliennes se distinguent comme on sait par l'ensemble des caractères suivants : la pureté du sable qui est presque blanc vers le haut, la finesse du grain, la constance du volume de celui-ci, l'absence de débris organiques, le manque de stratification, sauf la stratification croisée. Ils ne renferment jamais, surtout à la partie supérieure, des fragments anguleux ou autres de roches denses, telles que des silex taillés, etc.

(2) A. Briart. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. VIII. Réunion extraordinaire à Boulogne. In-8, Paris, avec coupe, 1879-80.

A. Briart. *Compte rendu de l'excursion de la Société Malacologique de Belgique*. Note sur la structure des dunes. In-8, Bruxelles, t. XXI, p. 36, avec coupe, 1886.

G. Dollfus. *Principes de géologie transformiste.*

E. van den Broeck. *Bulletin de la Société géologique de France.* Réunion extraordinaire à Boulogne. In-8. Paris, 3e série, t. VIII,, 1880.

On a peine à comprendre qu'un géologue ait pu, dans la carrière Carbon et Van Roy, dont nous avions donné la coupe dans notre *Rapport à la Société Anthropologique de Bruxelles* (Bull. t. VI, p. 8, in-8. Bruxelles, 1887), où le landenien n'est représenté que par ses deux termes inférieurs, un banc de gros silex verdis et un lit d'argile glauconifère noirâtre extrêmement cohérente, ait pu trouver place pour des dépôts éoliens.

(3) Nous avons relevé sur le territoire de Spiennes, le 1er octobre 1887, dans la première carrière Solvay et Cie, ainsi que dans la carrière Suri-Quintens, le 16 septembre 1890, la présence de masses lenticulaires de sable argileux glauconifère landenien noirâtre, dans lesquelles la stratification, horizontale dans le principe, était devenue à peu près verticale, même renversée ou contournée, comme celle qui résulte d'une poussée ou d'une pression latérale énergique.

de faire intervenir ici l'action glaciaire. En effet, il ne peut être question, en l'occurrence, de faire appel à la puissance mécanique de cours d'eau torrentueux ou d'eaux sauvages : celles-ci auraient infailliblement bouleversé les sables landeniens, qui auraient perdu leur stratification, leurs caractères propres, pour ne plus offrir que l'aspect bien connu des sables irréguliers graveleux qui surmontent et accompagnent partout la base du dépôt caillouteux quaternaire.

Nous estimons que les derniers lambeaux du landenien inférieur, resté en place sur la crête d'Harmignies, ont été, vers la fin de la période de dénudation quaternaire, pénétrés à leur tour par d'abondantes précipitations aqueuses. En se congelant (jusqu'à la profondeur ordinaire de 0.80 à 1 m., épaisseur moyenne du landenien sableux respecté), ces eaux, ayant augmenté de volume, ont écarté les uns des autres, dissocié les éléments, grains de quartz et grains de glauconie, de nos sables, ce qui a permis à des corps étrangers, denses, tels que cailloux anguleux, éclats de silex, etc., d'y pénétrer au dégel et, en vertu de leur pesanteur spécifique, de s'y enlizer. Les masses fissurées, détachées en blocs, plus ou moins volumineux, glissant avec les neiges sur le versant nord, ont été entraînées par les eaux dans la plaine et ont été déposées à quelques centaines de mètres de leur lieu d'origine, avec ou sans fragments anguleux à la base, aux points où nous les rencontrons aujourd'hui, ayant conservé leurs caractères landeniens, la stratification presque intacte et jusqu'à la coloration qui leur est propre.

Puis d'autres lambeaux, arrachés à la suite du même phénomène, par la dénudation, à la crête susdite, se sont succédé, arasant les premiers arrivés, se superposant à eux et imprimant à tous l'allure ondulée, la forme lenticu-

laire qui est presque la disposition théorique que doivent affecter sous l'influence de semblables actions, des dépôts de transport entraînés dans les conditions spéciales que nous venons de décrire.

La différence essentielle que nous constatons entre les divers facies du quaternaire de la plaine et celui des hauteurs de Mesvin, consiste dans l'absence, chez les premiers, d'éléments paléontologiques : jusqu'à présent, à notre connaissance, personne n'a retiré d'ossements fossiles du quaternaire inférieur de la plaine de St-Symphorien [1].

Mais heureusement ce que la plaine de St-Symphorien a refusé aux derniers chercheurs, cette preuve irrécusable de l'âge quaternaire des éléments tertiaires remaniés, que la colline de Mesvin nous a fournie, nous l'avons pu retrouver ailleurs, dans des conditions telles que tout doute doit être écarté et qu'il n'est plus permis de récuser l'existence du terme quaternaire que nous avons établi.

Coupe de l'excavation de Waetsbrugge, près de Renaix.

Lors de la construction de la voie ferrée de Renaix à Sottegem, M. l'ingénieur Wéry, directeur des travaux, pour se procurer le ballast nécessaire aux remblais, dut faire une emprise sur le territoire du hameau de Waetsbrugge, à environ 2 kil. est, de Renaix. Nous avons relevé dans cette excavation la coupe suivante :

[1] Le 28 avril dernier, nous avons eu la satisfaction de voir et de tenir en main divers os longs et une superbe molaire d'*Elephas primigenius*, recueillis par un de nos collègues de la Société d'Anthropologie dans le quaternaire de la plaine de St-Symphorien.

(*Note ajoutée pendant l'impression.*)

Quaternaire.	ζ Limon alluvial, exploité pour la fabrication des briques et qui n'existait plus à l'époque des travaux ;
	ε Humus de récente formation et quelques cailloux épars ;
	δ Limon alluvial jaune rougeâtre (dernier lambeau du limon ζ, exploité en 1880, pour la confection des briques), cailloux roulés à la base ;
	γ Dépôt de transport alluvial stratifié, formé de sables paniseliens glauconifères, de sables ypresiens, entremêlés vers le bas à des bandes argilo-sableuses blanchâtres ;
	β Dépôt caillouteux très développé, formé de galets et de cailloux de silex roulés, avec fragments de psammites et grès paniseliens ; renfermant des *Nummulites planulata* peu roulées et des blocs anguleux de calcaire nummulitique ;
	α' Sable ypresien à *Nummulites planulata*, jaunâtre altéré, remanié vers la partie supérieure, avec *ossements de mammifères quaternaires*; il passe par transition insensible au
Tertiaire.	α Sable ypresien jaune verdâtre, doux au toucher, en place.

Les espèces éteintes recueillies dans les sables ypresiens remaniés α', sont représentées par les ossements suivants, qui nous ont été offerts en don par notre ami, M. Ignace Wéry.

Rhinoceros tichorhinus.	Partie antérieure d'une mandibule en bon état de conservation ;
	Un humerus gauche dont l'extrémité distale est intacte.
Bos primigenius.	Fémur, extrémité proximale dans son intégrité, avec une bonne partie de la diaphyse ;
	Divers fragments d'os longs ;
	Fragments indéterminables.
Equus caballus.	Molaires.

Tous ces ossements ont appartenu à des individus adultes.

Contrairement aux affirmations des ouvriers et à la déclaration de M. Wéry, nous avions dans le principe cru devoir ranger ces ossements parmi les éléments clastiques trouvés à la base du dépôt caillouteux β.

Lorsque plus tard, leur étude nous eut montré la nature de la gangue enveloppante, les sables ypresiens qu'ils renfermaient dans les alvéoles du tissu cellulaire et les *Nummulites planulata* qui adhéraient encore à la surface, nous nous hâtâmes de revoir le gisement et, ayant fait déblayer le point précis de leur enfouissement et recueilli de nos mains les quelques fragments et débris délaissés par les ouvriers, nous dûmes céder à l'évidence du fait.

Cette découverte eut un résultat plus important, dépassant de loin la valeur d'une simple rectification de niveau: ce fut pour nous un trait de lumière.

Nous nous rendîmes compte de la valeur réelle de nos anciennes trouvailles de la tranchée de Mesvin, dont nous nous étions jusqu'alors fait scrupule de publier le véritable niveau stratigraphique et nous résolûmes de revoir d'autres gisements analogues que nous connaissions, particulièrement les carrières des environs d'Overlaer, près de Tirlemont.

Là encore, une complète confirmation de notre découverte nous était réservée. Nous constatâmes, dans la plupart des exploitations de grès blancs landeniens, l'existence de deux et même trois niveaux ossifères. Le plus inférieur, appartenant comme les autres à la faune des espèces quaternaires éteintes, se trouvait dans les sables landeniens remaniés, sous les blocs de grès tabulaires, ainsi que le constatait d'ailleurs expres-

sément, dès 1868, M. le professeur P. Van Beneden, dans sa communication à l'Académie des sciences (1).

Or ces blocs reposent sur le sable landenien imprégné d'eau et remanié dans des conditions identiques à celles observées dans la tranchée de Mesvin et les ossements portent des traces très reconnaissables de la gangue qui les enveloppait et qui montre le niveau où ils reposaient.

Le diagramme suivant, que nous reproduisons ici, fixera complètement les idées.

Coupe diagramme des terrains de la rive gauche de la Ghete, entre Overlaer et Petit Overlaer (2).

	Moyennes.
μ Terre végétale, humus. Silex polis ;	0.20
λ Terre à briques rouge brun, trous et perforations de lombricides vers le haut ;	2.50
κ Ergeron jaune pâle, avec nombreuses concrétions calcaires mamelonnées (*poupées*) ;	1.90
ι Limon gras, d'aspect particulier, moiré, ondulé, avec linéoles blanc jaunâtre et vers le bas, jaune verdâtre. Devient sableux, glauconifère, un peu graveleux à la partie inférieure ;	0.60
θ Gravier, cailloux de silex anguleux, roulés et brisés, innombrables fragments, en général menus, de bois silicifié ;	0.10
Premier niveau ossifère.	
η Alluvions gris jaunâtre stratifiées (*Leempot* des ouvriers) ;	1.10
ζ Argile plastique gris bleuâtre, dépôts lenticulaires discontinus ;	0.20

(1) « On a trouvé, il y a peu de temps, déclare M. P. Van Beneden, *sous* de « grands blocs de grès, de nombreux ossements fossiles de l'époque quater- « naire..... Parmi ces fossiles se trouvaient des dents de rhinocéros, de cheval, « de bœuf, etc. Ces os ont été recueillis près du chemin d'Oirbeck à Tirle- « mont et m'ont été remis par M. l'ingénieur Moreau. » *Académie royale des Sciences, etc.* Bull. 2e série, t. XXV, N° 6, p. 618. 1868.

(2) Relevée en 1886. Cote 60-65. Voir feuille de Tirlemont, $\frac{\text{XXXII}}{8}$ de la carte topographique de la Belgique à l'échelle de $\frac{1}{20\,000}$.

ε Mince lit, sensiblement horizontal, de limonite avec grains de quartz subpisaires ;	0.02
δ Sable landenien remanié, semblable à celui de la tranchée de Bost ; il est mélangé à un peu de limon et présente des zones diversement colorées, vert foncé, jaunâtre et vert pâle, d'aspect tourmenté, contourné, à la base duquel on observe	0.40
γ Galets, cailloux roulés, entiers et brisés de silex, quartzites siluriens, troncs d'arbres silicifiés ;	0.08
Deuxième niveau ossifère (n'existe pas dans toutes les carrières) ;	
β Blocs tabulaires de grès blanc, landenien, à face supérieure mamelonnée, présentant des surfaces polies, vernissées ; ils paraissent bouleversés, mais les arêtes sont vives et les angles non émoussés ;	1.40
α' Sable glauconifère landenien, imprégné d'eau et remanié à la partie supérieure où il renferme des ossements volumineux d'espèces quaternaires éteintes parmi lesquelles *Rhinoceros tichorhinus* domine (1) ;	0.30
Troisième niveau ossifère ;	
α Sable landenien glauconifère en place. Ce sable paraît stratifié et devient cohérent en profondeur.	?
	8.80

Nous pourrions fournir d'autres coupes et citer d'autres

(1) Nous possédons un certain nombre d'ossements fossiles d'espèces quaternaires éteintes, ainsi que des dents, provenant de ce niveau stratigraphique. Ce sont :

Rhinoceros tichorhinus.
Bos primigenius.
Equus caballus.

Le deuxième niveau nous a fourni des restes d'équidés et *Rangifer tarandus*. La présence de cette dernière espèce avait été signalée, dès 1868, par M. P. Van Beneden. *Op. cit.* p. 618. Nous l'avons recueillie nous-même en 1874. É. Delvaux. *Note sur quelques ossements fossiles rencontrés à Overlaer*, etc. In-8° avec pl. Liége, 1878.

M. A. Rutot vient également de trouver un bois de renne dans le quaternaire des environs de Hougaerde. *Bulletin de la Société belge de géologie*, etc. In-8°, t. III, p. 336. Bruxelles, 1889.

localités du pays où des constatations analogues ont été faites par nous et par d'autres géologues. Comme tous ces faits sont susceptibles de vérification, nous arrêterons ici notre démonstration. Nous nous bornerons à résumer, dans le tableau suivant, la succession des phénomènes qui ont marqué les temps post-tertiaires, ainsi que les événements géologiques qui justifient, comme nous l'avons exposé plus haut, les modifications introduites dans le quaternaire inférieur [1].

TABLEAU.

Émersion des sédiments tertiaires.

Quaternaire inférieur (Pluviaire).

1re phase.

Dilatation des éléments de la surface émergée sous l'influence de la chaleur solaire. Désagrégation, effritement.

Erosion générale causée par les précipitations surabondantes. Intermittences. Formation à diverses reprises d'un sol végétal. Long espace de temps.

Tous les étages tertiaires sont successivement arasés jusqu'au landenien inférieur et plus bas, suivant les localités.

2e phase.

Arrêt momentané de l'érosion.

Formation d'un vieux sol. Développement de la végétation et de la faune quaternaires.

L'homme utilise et taille le silex des falaises crétacées. (MESVINIEN.)

Précipitations abondantes, abaissement de la température. Froid humide. Congélation de la surface.

Au dégel, les objets denses de l'industrie humaine, épars à la surface, s'enfoncent dans les sables désagrégés.

Les espèces quaternaires s'y enlizent.

Assèchement et durcissement de la surface, suivis de nouvelles précipitations. Les phénomènes et les effets énoncés ci-dessus se répètent. Descente progressive des silex et des ossements fossiles dans les sables landeniens remaniés, imprégnés d'eau.

[1] Ce tableau est incomplet. Nous n'y avons fait figurer que les événements géologiques survenus dans les premiers temps. Il n'entre pas dans le cadre de ce travail de discuter les phénomènes qui se sont produits pendant la période ou les périodes glaciaires, etc.

Quaternaire moyen (Glaciaire).	*3e phase.*	Humidité extrême. Période glaciaire, la faune émigre, l'homme la suit. . . . . Fin de la période glaciaire.
Quaternaire supérieur (Alluvionnaire).	*4e phase.*	Fusion des glaciers de l'Europe centrale. Des masses d'eaux dévalent à la recherche de l'équilibre, entament la surface entraînant des éléments variés, Sur le sol congelé en profondeur s'étend le dépôt caillouteux quaternaire. Retour des espèces survivantes suivies par l'homme; (CHELLÉEN). Cours d'eau torrentiels, temporaires, recreusement des vallées. Alluvions stratifiées à *Succinées.* Arrêtées dans leur decursus vers le Nord, par l'extrémité du glacier scandinave, les eaux chargées de troubles glaciaires s'élèvent. Elles déposent sur les plateaux le limon homogène, des cailloux roulés sont abandonnés sur les pentes, etc.

Bruxelles, 16 avril 1891.

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE

DU

SOUS-SOL DE LA CAMPINE

D'après les documents nouveaux provenant d'un forage exécuté par M. le baron O. VAN ERTBORN, dans l'Etablissement colonial de Merxplas, situé sur l'arête de partage des bassins de la Meuse et de l'Escaut,

PAR

É. DELVAUX.

Le forage de Merxplas par sa position géographique offre un intérêt scientifique considérable. Situé dans le voisinage immédiat de la frontière nord de notre pays, en cette partie de la Campine anversoise dont le sous-sol est resté inconnu, où les ouvrages d'art font défaut et où le travail de l'homme n'a jamais eu, jusqu'à ce jour, occasion d'entrouvrir le sol pour en rechercher les superpositions cachées en profondeur, et en suivre l'allure souterraine, ce forage, au premier coup d'œil, promettait à la science des révélations d'un haut intérêt.

D'un autre côté, les données obtenues par ce sondage, comblant une lacune, allaient servir de trait d'union,

de raccord, et permettre d'établir la continuité des relations stratigraphiques entre les couches tertiaires les plus superficielles de notre pays et les assises similaires rencontrées dans les grands forages de la Hollande, que les beaux travaux (1) de notre collègue et ami, M. le Dr J. Lorié, ont fait connaître.

Indépendamment de la continuité des étages tertiaires que nous allions constater, ce travail devait nous permettre de débrouiller cette masse amoncelée de dépôts, relativement récents, que les phénomènes spéciaux à l'époque quaternaire ont projetés sur les sédiments marins qu'ils dérobent à nos yeux.

Ainsi que nous l'avons dit ailleurs, lorsque l'on veut se livrer d'une façon rationnelle et poursuivre méthodiquement l'étude de ces phénomènes, rendus si complexes par l'enchevêtrement des apports dus aux courants glaciaires du nord et à ceux des fleuves venus du sud qui ont couvert de leurs alluvions nos plaines, c'est en Hollande qu'il faut commencer les recherches et c'est dans les dépôts d'estuaire dont elle est couverte, c'est, en un mot, dans le delta du Rhin qu'il faut aller soulever les feuillets du grand livre.

Là seulement on arrive à les déchiffrer et à noter la place réelle des couches sédimentaires superposées, soit qu'elles aient été composées d'éléments apportés par les eaux du sud, ou bien qu'elles nous soient parvenues charriées, du nord ou du nord-est, par la glace.

Entre les coupes connues de la moyenne et de la basse Belgique et les grands forages de Goes, de Gorkum,

(1) J. Lorié (le Dr). *Contributions à la géologie des Pays-Bas*, I. In-8°. Haarlem, 1885.

Le même. *Les forages d'Amsterdam. Bull.* Société belge de géologie, etc., In-8°. Bruxelles 1890.

Le même. *Contributions à la géologie des Pays-Bas*, V. In-8°. Haarlem 1890.

d'Utrecht et d'Amsterdam, qui nous ont fait connaître la position, les relations stratigraphiques des étages tertiaires supérieurs, et révélé l'énorme puissance des dépôts quaternaires sus-jacents, s'étendait une large zone peuplée d'inconnues. Aucun puits artésien, pas un ouvrage d'art, qui relevât, en quelque point, l'allure souterraine des couches et permît de relier les éléments stratigraphiques de l'un des deux pays, avec leur continuation dans le sous-sol de l'autre. A part Anvers, chez nous, et Rozendaal, en Hollande, toute la partie de la Campine située à l'est de ces méridiens restait ignorée en profondeur.

Par ce simple exposé des faits on aura déjà pu se faire une idée de l'importance du forage de Merxplas. Avant de passer à l'étude des détails, quelques mots nous paraissent nécessaires pour faire l'historique du forage et expliquer les causes qui ont retardé jusqu'à ce jour la publication des intéressantes données obtenues dans ces travaux.

Le puits artésien de Merxplas a été foré par notre collègue et ami M. le baron O. van Ertborn en 1887. Aux termes de son contrat avec l'Etat, notre confrère était tenu d'en publier les résultats scientifiques dans les *Annales* de la Société géologique de Belgique. Le temps lui faisant défaut, à cette époque, pour se charger du compte rendu de ce sondage, notre confrère nous offrit et nous acceptâmes, de faire pour lui l'étude des échantillons, la détermination des fossiles et de publier les renseignements obtenus; il nous fit généreusement présent de la série complète des échantillons de roches et des fossiles recueillis au cours des travaux.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, par l'intérêt tout spécial et considérable qu'offrait l'exécution de ce puits, dont les éléments allaient servir de raccord entre les grands forages de la Hollande et les coupes de la

Belgique, cette publication méritait de n'être pas retardée, afin de permettre aux géologues des deux pays d'en utiliser immédiatement les données.

Nous nous mîmes à l'œuvre avec ardeur, et l'étude stratigraphique des couches traversées par le forage, ainsi que celle des fossiles recueillis était très avancée, lorsque malheureusement, vers cette époque, l'état de notre santé mit un obstacle absolu à la réalisation de notre désir, nous obligea à retarder plus longtemps qu'il était nécessaire la publication de ces précieux matériaux, et nous força même à en abandonner momentanément l'étude.

Profitant de la première amélioration, nous nous sommes empressé de reprendre ces recherches, et nous nous hâtons d'en faire connaître aujourd'hui les principaux résultats.

Les échantillons du forage de Merxplas nous sont parvenus dans des caisses divisées en cases numérotées. Il nous a paru utile de conserver la division et les numéros adoptés par le chef sondeur dans la description des roches que nous donnons et qui figure au tableau qui va suivre.

Le forage a traversé successivement et sans accident digne d'être signalé, le campinien, puis des dépôts extraordinairement développés de sables alternant avec des argiles; ces dépôts deviennent très graveleux vers le bas et renferment deux lits de cailloux. Avec notre collègue, M. van Ertborn nous rapportons ces éléments de transport au quaternaire fluviatile.

Les travaux ont atteint ensuite le scaldisien supérieur (sables à *Fusus contrarius* ou à *Trophon antiquum*), dans lequel ils n'ont pas pénétré bien avant [1].

[1] A la profondeur de 3.90 c.

La profondeur de ce premier forage est de 50 mètres : à ce niveau on a rencontré une nappe aquifère suffisamment abondante. Malheureusement, ainsi que nous l'apprend notre collègue, la qualité de l'eau laissant à désirer [1], il devint nécessaire de continuer le forage jusqu'à la rencontre d'une nappe de meilleure qualité. M. van Ertborn estime que l'on pourra atteindre cette dernière à la profondeur d'environ 150 mètres.

Nous ne connaissons ni la température de l'eau du puits actuel, ni son degré d'hydrotimétrie, et l'analyse chimique du liquide n'a pas été davantage entreprise. Tout ce que nous pouvons affirmer c'est que le diamètre du premier tubage est de 0,36, que l'équilibre hydrostatique s'établissait, dans le principe, à 6 mètres de la surface, et que le puits offrait (sous l'action d'une pompe ordinaire) un débit de 40 litres par minute d'une manière continue.

On sait que l'établissement colonial de l'Etat et la commune de Merxplas se trouvent représentés sur la feuille de Beerse [2] qui confine vers le Sud à la planchette de Lille [3], dont le levé géologique a été exécuté par nos confrères MM. Cogels et van Ertborn. Or le dernier sondage de recherche exécuté par ces géologues, sur le territoire de la commune de Gierle (à 400 mètres environ au sud des limites de la feuille de Beerse), a fourni la coupe suivante [4].

[1] Elle exhalait une odeur prononcée de sulfure de fer, due à la présence et à l'abondance de la pyrite.

[2] Planchette de Beerse, VIII/7, de la carte topographique de la Belgique à l'échelle de 1/20000.

[3] Planchette de Lille, XVI/3, de la même carte, même échelle.

[4] VAN ERTBORN (le baron O.) et P. COGELS. *Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Lille.* In-8°, p. 25. Bruxelles 1881.

SONDAGE DE GIERLE.

Cote de la surface, 20.58.

1 *Campinien*	Terre végétale sableuse. . . .	0.80
	Sable jaunâtre ou blanchâtre, avec zones orangées, plus grossier à la partie inférieure, avec graviers à la base.	3.00
2 *Q. fluviatile.*	Sable noirâtre fin tourbeux, avec alternances d'argile tourbeuse.	1.70
3 *Scaldisien* (étage supérieur)	Sable gris fin, fossilifère (non percé)	0.25
		5.75

On compte 10 kilomètres de distance entre Gierle et l'établissement colonial de Merxplas et un relèvement de 1.20 par kilom. vers le Nord, d'après M. O. van Ertborn.

Enfin un autre puits artésien, également foré par notre confrère dans les ateliers du tramway à vapeur à Turnhout, en 1889, et que nous publierons ultérieurement, a atteint les sables gris à *Corbula striata*, du scaldisien supérieur, à la profondeur de 23 mètres.

Ce puits, dont l'orifice est à la cote d'altitude 26.50, est distant de 8260 mètres, sud-est, du puits de Merxplas.

Puits artésien de l'Établissement colonial de l'État, à Merxplas

FORAGE COMMENCÉ EN FÉVRIER 1887 ET TERMINÉ EN AOUT 1887

par M. le baron O. VAN ERTBORN.

(*) Long. ouest, 2325 m., Lat. sud, 350 m., cote de l'orifice 28.50.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire. Campinien.	0	Remblai	0.30	0.00	0.30	28.20
	1	Terre végétale, sable remanié tourbeux, quartz hyalin, quartzite laiteux et matières organiques, brun noirâtre, en grande partie végétales. . .	0.40	0.30	0.70	27.80
	2	Sable meuble à grains irréguliers, arrondis, fortement teintés de limonite ; il est brun rougeâtre	0.35	0.70	1.05	27.45
	3	Sable limoneux, jaune clair, renfermant des grains arrondis de quartz hyalin moyens et d'autres grains d'une finesse extraordinaire, qui adhèrent aux doigts. On y voit quelques petites paillettes de mica blanc. Ce sable est meuble. .	0.25	1.05	1.30	27.20
	4	Sable jaune clair meuble, renfermant une beaucoup plus grande proportion de gros grains de quartz hyalin, des grains de quartzite laiteux, de quartz coloré en jaune par la limonite et quelques grains d'orthose. On y voit de grandes paillettes de muscovite : les grains fins sont beaucoup plus rares que dans l'échantillon précédent	0.30	1.30	1.60	26.90

(*) Coordonnées géographiques, le clocher de l'église de Merxplas.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Campinien.	5	Sable gris pâle mouvant, comprenant des grains assez gros de quartz hyalin et de quartzite laiteux, des grains très fins entremêlés à quelques paillettes de mica. Certaines parties sont agglutinées, cohérentes	1.60	1.60	3.20	25.30
Quaternaire fluviatile.	6	Argile plastique gris jaunâtre très tenace. Elle renferme par places, quelques linéoles de grains de quartz hyalin et de quartzite, d'abondantes paillettes de mica blanc et une grande quantité de fragments de bois, plus ou moins ligniteux.	4.70	3.20	7.90	20.60
	7	Argile plastique, gris bleuâtre, plus sableuse que la précédente. Les paillettes de mica sont aussi plus abondantes. Les surfaces, polies dans la coupure, se chargent parfois d'un enduit pyriteux qui offre des irisations très apparentes	1.20	7.90	9.10	19.40
	8	Même roche, mêmes caractères	1.35	9.10	10.45	18.05
	9	Sable lavé plus ou moins cohérent, formé de grains moyens de quartz hyalin légèrement enduits de limonite jaunâtre; on y trouve beaucoup de mica blanc, quelques grains de glauconie vert clair et des impuretés	0.55	10.45	11.00	17.50

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire fluviatile.	10	Même roche, mêmes caractères	1.00	11.00	12.00	16.50
	11	Idem. idem . .	1.00	12.00	13.00	15.50
	12	Même roche, légèrement glauconifère, avec grains fins de quartz hyalin. Nous y avons trouvé des spicules de spongiaires.	1.40	13.00	14.40	14.10
	13	Argile sableuse plastique, gris bleu jaunâtre, micacée, peu différente de l'argile n° 7 décrite ci-dessus	0.60	14.40	15.00	13.50
	14	Même roche, mêmes caractères	1.00	15.00	16.00	12.50
	15	Même argile, plus sableuse, plus claire que la précédente, très tenace.	1.00	16.00	17.00	11.50
	16	Même roche, mêmes caractères	1.30	17.00	18.30	10.20
	17	Argile plastique, bleu foncé, avec veines sableuses, grains subpisaires de quartz, pyrite, gypse, bois flotté et tous les caractères précédents . . .	0.70	18.30	19.00	9.50
	18	Sable fin grisâtre, avec points jaunes disséminés, très micacé; renferme des lits d'argile terreuse dont nous ignorons l'épaisseur (n° 35) et de nombreux fragments de bois flotté (n° 34)	1.00	19.00	20.00	8.50

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire fluviatile.	19	Sable plus gros que le précédent, avec quelques grains de quartz blanc disséminés.	1.00	20.00	21.00	7.50
	20	Sable encore plus micacé, plus ou moins glauconifère, moins cohérent que le précédent, par places presque meuble	1.00	21.00	22.00	6.50
	21	Même roche, mêmes caractères	1.00	22.00	23.00	5.50
	22	Même sable, avec parties plus fines, plus ou moins cohérentes, localisées dans la masse meuble	1.00	23.00	24.00	4.50
	23	Même sable, très micacé .	1.00	24.00	25.00	3.50
	24	Même sable, plus glauconifère, plus micacé, avec quelques grains de gravier . . .	1.00	25.00	26.00	2.50
	25	Gravier. Petits cailloux subanguleux de quartzite blanc laiteux atteignant parfois le volume d'une noisette, de quartz hyalin incolore, rose ou verdi; quelques-uns sont formés de cristaux de quartz isolés ou groupés dont les arêtes sont usées. Ces cailloux sont mélangés avec des graviers et de gros grains teintés de limonite, appartenant à des roches diverses, telles que quartzites ardennais, silex, grès limoniteux et quelques très menus fragments de roches cristallines. Des petits galets d'alios				

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire fluviatile.		roulés, des fragments de tourbe et de bois flotté, ces derniers couverts d'efflorescences pyriteuses, s'y trouvent répandus avec de très rares et très petits débris de tissu cellulaire osseux indéterminables.	1.00	26.00	27.00	1.50
	26	Mêmes roches	1.00	27.00	28.00	0.50
	27	Sable quartzeux blanc, formé de grains assez gros de quartz hyalin et laiteux arrondis (avec n° 34 et n° 35). On y observe quelques grains de quartz subpisaires éparpillés. Peut-être ces derniers y ont-ils été introduits par accident .	1.00	28.00	29.00	—0.50
	28	Mêmes roches, mêmes caractères	1.00	29.00	30.00	—1.50
	29	Idem. idem . .	1.00	30.00	31.00	—2.50
	30	Mêmes roches, mêmes caractères, les grains subpisaires y sont plus nombreux. A moins qu'ils ne soient le résultat d'un accident.	1.00	31.00	32.00	—3.50
	31	Mêmes sables, mêmes caractères accidentels	1.00	32.00	33.00	—4.50
	32	Idem. idem . .	1.00	33.00	34.00	—5.50
	33	Mêmes sables, mêmes caractères ; ils renferment un plus grand nombre de grains de gravier, de quartz hyalin, de quartzite laiteux, et des impuretés. Les sables sont presque blancs ou incolores. . .	0.70	34.00	34.70	—6.20

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire fluviatile.	34	Bois flotté, en fragments informes et en galets, ne dépassant jamais le volume d'un œuf d'oie; recueilli à différents niveaux, entre le nº 18 et le nº 34	00.00	00.00	00.00	00.00
	35	Argile terreuse, brun noir sale (couleur de la tourbe). Les joints de surface sont couverts de grains de quartz subpisaires et miliaires laiteux, plus ou moins adhérents. Cette argile forme des lits, observés à différents niveaux entre le nº 18 et le nº 34, dont l'épaisseur n'a pas été constatée.	00.00	00.00	00.00	00.00
	36	Sable à gros grains très argileux, cohérent, brun rougeâtre, présentant la forme de galets plus ou moins réguliers.	0.25	34.70	34.95	—6.45
	37	Fragments roulés d'une roche rouge brun, très dure paraissant dérivée d'un excalcaire éocène décalcifié; on y observe des grains de quartz, de la glauconie foncée et vert pomme et de grandes lamelles de mica blanc (ce calcaire renferme 63.36 °/o de carbonate de fer).	0.15	34.95	35.10	—6.60
	38	Sable rude, meuble, assez gros, gris blanc jaunâtre sale, formé de grains hyalins et laiteux irréguliers, plus ou moins arrondis.	0.90	35.10	36.00	—7.50
	39	Même sablè, mêmes caractères grossiers	1.00	36.00	37.00	—8.50

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire fluviatile.	39′	Argile terreuse, se présentant sous forme de galets, brun noirâtre; ils ont été recueillis entre les nos 38 et 49. . . .	0.00	00.00	00.00	00.00
	39″	Bois flotté, de diverses essences, en fragments peu volumineux, irréguliers et en galets usés; recueilli depuis le no 38 jusque no 52. . . .	0.00	00.00	00.00	00.00
	40	Sable rude, meuble, gris blanc jaunâtre, formé de grains assez gros de quartz hyalin et laiteux, irréguliers, plus ou moins arrondis.	1.00	37.00	38.00	— 9.50
	41	Même sable, mêmes caractères	1.00	38.00	39.00	—10.50
	42	Sable glauconifère, plus jaune que le précédent, avec galets de bois flotté, fendillés, dont les interstices sont remplis de sable, de paillettes de mica et d'efflorescences blanchâtres, résultant de l'altération de la pyrite. Quelques grains subpisaires de quartzite y ont été trouvés, ainsi qu'un petit fragment de charnière indéterminable.	1.00	39.00	40.00	—11.50
	43	Sable gris	1.00	40.00	41.00	—12.50
	44	Sable gris foncé, légèrement glauconifère	1.00	41.00	42.00	—13.50
	45	Sable gris foncé, avec quelques grains de quartz dissé-				

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
		minés et un fragment de têt indéterminable	1.00	42.00	43.00	—14.50
	46	Même sable, mêmes caractères	1.00	43.00	44.00	—15.50
	47	Idem. idem . .	1.00	44.00	45.00	—16.50
Quaternaire fluviatile.	48	Sable à grains irréguliers, en général moyens, subanguleux, hyalins, teintés en jaune par la limonite; grains subpisaires rares, roulés et subanguleux; cristaux de tourmaline usés; grains subpisaires d'argile ; nombreux petits fragments de bois flotté, usé, dont la surface noire est couverte de grains de sable fortement rougis par la limonite ; parties pisaires ou avellanaires de sable conglomeré; quatre fragments de têt de lamellibranches profondément corrodés, nombreux restes microscopiques de coquilles, débris et piquants d'échinodermes, foraminifères rarement entiers, souvent brisés. Grains de glauconie, vert clair et de glauconie réniforme, noire. Un petit fragment microscopique de lingule	1.00	45.00	46.00	—17.50
	49	Gravier. Cailloux et fragments irréguliers subanguleux de quartz hyalin et de quartzite blanc laiteux, depuis le volume d'une noix jusqu'à celui d'un grain de mil. Groupes de cristaux enche-				

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire fluviatile.		vêtrés de quartz plus ou moins roulés. Débris pisaires de grès, éclats de silex corrodé, fragments de psammites, de schistes de phyllades et de quartzites siluriens, avec ou sans traces de cubes de pyrite; cailloux d'arkose verdâtre et rougeâtre, de grès tertiaire jaunâtre; gros grains de silex jaspoïde noir; caillou de silex; fragments subanguleux de roches cristallines très altérées, plus ou moins micacées; galet aplati et fragments caverneux de meulière. Sable grossier constitué des roches décrites ci-dessus, à grains très roulés. La plupart des éléments cités plus haut proviennent évidemment de l'Ardenne. Comme toujours, on trouve de nombreux débris irréguliers et galets usés de bois flotté, en général imprégnés de pyrite	0.10	46.00	46.10	—17.60
	49'	Sable irrégulier graveleux, à éléments quartzeux, identique au précédent. Il renferme des fragments arrondis d'un grès limoniteux glauconifère, peu tenace, et de petits galets d'alios. Nombreux fragments irréguliers et galets, plus ou moins denses, de bois tourbeux les uns rougis ou jaunis par la limonite, les autres bleuis par la vivianite, certains enfin blanchis par la pyrite . . .	0.00	46.00	46.10	—17.60

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Tertiaire scaldisien à *Fusus contrarius*.	50	Sable gris plus ou moins glauconifère, irrégulier, avec parties très fines, mélangées de grains pisaires et subpisaires de quartz et de quartzite, renfermant des fragments de sable agglutiné en grès; mêmes fragments de bois flotté et très petits débris indéterminables de coquilles.	0.90	46.10	47.00	—18.50
	50′	Lits d'argile terreuse brunâtre, alternant avec les sables nos 50, 51 et 52 : nous n'en connaissons pas l'épaisseur. L'échantillon présente cette argile sous forme de galets aplatis, plus ou moins enveloppés de grains quartzeux adhérents aux joints de surface.	0.00	00.00	00.00	00.00
	51	Sable offrant les mêmes caractères que le n° 50, sauf que les débris de coquilles sont plus nombreux.	1.00	47.00	48.00	—19.50
	52	Même sable, mêmes caractères	0.70	48.00	48.70	—20.20
	53	Sable gris clair, avec lit coquiller, composé d'espèces appartenant exclusivement au scaldisien supérieur; les coquilles sont brisées par le trépan, non roulées; fossiles très abondants	0.35	48.70	49.05	—20.55
	54	Argile subschistoïde, brun noir, tenace, à poussière de mica. Elle renferme des fragments de têts	0.25	49.05	49.30	—20.80

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Tertiaire scaldisien à *Fusus contrarius*.	55	Sable gris avec foraminifères et bryozaires. Il renferme des grains subpisaires de quartz hyalin et de quartzite, des fragments de coquilles et des menus débris de bois. . .	0.70	49.30	50.00	—21.50
	56	Bois flotté, d'essences diverses, en fragments irréguliers ou en galets, les uns denses, les autres légers, offrant la coloration tourbeuse et couverts pour la plupart d'efflorescences pyriteuses. Recueilli entre les nos 54 et 55 . . .	00.00	00.00	00.00	00.00
		Nappe aquifère.				

OBSERVATIONS.

STRATIGRAPHIE.

CAMPINIEN.

Le campinien n'offre rien de remarquable. Nous croyons pouvoir rapporter à la base de ce dépôt le gravier ou les gros grains de quartz hyalin et de quartzite laiteux qui se trouvent faire partie du sable de l'échantillon n° 5.

QUATERNAIRE FLUVIATILE.

Les échantillons n°s 6, 7 et 8 représentent des lits d'argile qui ne diffèrent en rien des autres dépôts similaires observés et bien connus dans toute la Campine. L'argile n° 6, peu éloignée de la surface, est exploitée de préférence pour les besoins de l'Etablissement colonial de l'Etat et dans les tuileries situées aux alentours de Merxplas; elle fournit des produits estimés. L'argile n°s 7 et 8, que l'on utilise également, est parfois mélangée à l'argile n° 6, mais dans de faibles proportions, à cause de sa nature sableuse et des éléments pyriteux qu'elle contient. On l'emploie plus spécialement pour la fabrication des briques. Nous n'avons pas réussi à découvrir dans nos échantillons d'argile, appartenant au quaternaire fluviatile, la moindre trace de fossiles.

A ce dépôt succèdent des couches sableuses, faiblement glauconifères, renfermant des spicules de spongiaires et dont, par conséquent, l'origine marine ne peut être contestée. Elles alternent avec des lits d'une argile, tour à tour plastique, terreuse ou sableuse, de coloration foncée, passant du gris bleuâtre sombre au brun rougeâtre ou brun noirâtre. Tous ces dépôts renferment d'énormes quantités de fragments irréguliers ou de galets

de bois flotté, appartenant à des essences diverses, mais où dominent toujours les conifères; très altérés, brun noirâtre, ces bois sont presque tous imprégnés de pyrite: il en sera parlé plus loin.

Les alternances argilo-sableuses, que nous venons de décrire reposent sur un épais gravier (échantillons n°s 25 et 26), qui en marque la base. L'ensemble des éléments lithologiques graveleux, qui entrent dans la camposition de ce dépôt, ne présentent pas un volume considérable, ils appartiennent pour la plus grande partie aux roches de l'Ardenne et paraissent avoir été empruntés aux rives de la Meuse: parmi tous ces éléments, le quartz hyalin et les quartzites dominent. Malgré une recherche attentive, nous n'avons pu découvrir jusqu'ici, au milieu d'eux, des traces de roches cristallines étrangères au pays.

Toutes ces roches sont très roulées. Aucune ne présente des traces de stries glaciaires ou des cannelures; quant aux grains moyens et fins, ils sont bien arrondis et polis. A part de très rares et fort petits fragments de tissu cellulaire osseux, nous n'avons pas rencontré le moindre débris de matière organique, aucun fragment de têt; en revanche, le bois flotté abonde.

Cet ensemble de couches, reposant sur un gravier, atteint une puissance de 25 mètres et la partie inférieure du cailloutis se trouve peu éloignée, observation à retenir, du niveau actuel de la mer.

Sous le gravier que nous venons de décrire, les mêmes apports, alternances de couches sableuses et de lits d'argile, paraissent avoir été continués, mais le régime fluvial semble s'être modifié; à ces profondeurs, les eaux douces sont plus abondantes, le cours paraît plus rapide et elles manifestent leur énergie par le transport de fragments invariablement grossiers et de plus en plus volumineux.

La nature, la composition et l'état de ces éléments lithologiques, tout en indiquant une recrudescence d'énergie dans les actions du cours d'eau, marquent également la lutte du fleuve contre les forces de l'Océan. La glauconie restée assez rare jusqu'à hauteur des sables gris, augmente assez sensiblement à partir de ce niveau, et l'on voit apparaître, de plus en plus nombreux, au fur et à mesure que l'on descend, de minuscules fragments de têts, des débris microscopiques d'échinodermes, des foraminifères entiers ou brisés et les éternels bois flottés, les uns, noir brunâtre, très durs, les autres, légers, s'exfoliant, tombant en poussière et couverts d'efflorescences blanchâtres dues à la pyrite.

La présence de tous ces éléments montre bien la lutte, le conflit qui s'accentue entre les eaux impétueuses d'un grand fleuve et la puissance de la mer.

Entre les deux graviers, à peu près à égale distance de chacun d'eux, les travaux ont rencontré, à la profondeur de 34 m. 95, un dépôt remarquable, épais de 0,15 environ. Ce dépôt est constitué de fragments roulés, plus ou moins volumineux, d'une roche (1), rouge brunâtre, très dure, que nous croyons formée d'un ex-calcaire éocène décalcifié. Notre savant confrère et regretté ami, Ortlieb, à qui nous avions remis des échantillons de cette roche et qui avait bien voulu accepter d'en faire pour nous l'analyse, constata qu'ils renferment 63, 36 °/₀ de carbonate de fer.

Cette masse compacte, brunâtre, est parsemée de grandes lamelles de mica blanc, comprenant parfois jusqu'à six feuillets superposés encore adhérents, elle contient des grains subanguleux fins et moyens de quartz hyalin, peu de grains de quartzite et de la glauconie.

(1) Le nº 37, de la description des roches du forage.

Les grains de ce dernier minéral sont de moyenne grosseur ; certains, vert foncé, sont arrondis et luisants, tandis que d'autres sont réniformes et présentent la coloration vert pomme. Ces grains intacts, ni écrasés, ni altérés, sont relativement assez nombreux.

A la profondeur absolue de 46 mètres, c'est-à-dire à 18 mètres sous le premier gravier, apparaît un nouveau cailloutis ou dépôt caillouteux peu épais [1], mais à éléments plus grossiers que le précédent, renfermant avec les mêmes variétés de roches empruntées à l'Ardenne, quelques cailloux, peu volumineux, cristallins, très altérés, très roulés, qui sont étrangers à notre pays et que nous croyons venus du sud. Dans ce gravier, on trouve quelques grains de glauconie et, comme toujours, le bois flotté s'y rencontre en abondance.

Telle est la série des strates que, d'accord avec notre collègue M. O. van Ertborn, nous rapportons au quaternaire fluviatile.

Les alternances de sable et d'argile indiquent clairement les conditions dans lesquelles se sont formés ces dépôts. Nous sommes en plein régime poldérien et le vaste delta, dont font partie nos couches, voit des changements continuels se produire, des bras et des lagunes se déplacer, se creuser, se combler et se reformer encore, selon que l'action marine ou fluviale domine ou devient prépondérante. La composition des éléments alluviaux marque bien ces oscillations, ces alternances de régime qui caractérisent la région, et le volume, l'état roulé des roches, nous permet d'établir la répartition de la part d'action qui incombe à chacune des deux forces naturelles antagonistes, caractérisées chacune par des apports différents.

[1] Le tableau renseigne une épaisseur de 0.10 c. environ.

Fait assez surprenant et digne d'être remarqué, aucun débris de roches, avec stries glaciaires, ou trace de cannelures, n'a été recueilli; pas un élément portant la marque irrécusable, la preuve d'une origine glaciaire n'a été décelé par la loupe : nous sommes autorisé à conclure de ces constatations que nos dépôts sont antérieurs à cette période et appartiennent aux premiers temps du quaternaire inférieur.

Le rôle des fleuves se maintient, l'action des cours d'eau domine, c'est elle qui couvre et comble de ses apports les dépressions du delta, qui forme et prépare ce sol, destiné pendant des siècles encore à être quotidiennement envahi par la mer, et que vu sa nature, les hommes appelleront plus tard Nederland, basse terre, Pays-Bas, noms qu'il conserve et justifie encore de nos jours.

TERTIAIRE.

SCALDISIEN.

Sans être fin, le sable glauconifère gris clair, avec alternances d'argile et fragments de têts de plus en plus nombreux, qui succède aux couches quaternaires, décrites ci-dessus, paraît constitué d'éléments moins grossiers et se rapprocher par sa composition, la nature de ses éléments et leur coloration des sables scaldisiens supérieurs.

Toutefois si nous n'avions ici que les données pétrographiques, que le sable, pour établir nos déterminations, nous n'hésiterions pas à incliner vers la continuation des dépôts quaternaires; bien que nous ayons d'un autre côté des raisons de penser que les sables fins du scaldisien ont été plus ou moins mélangés, par accident, avec les éléments grossiers des dépôts supérieurs, ce qui explique,

jusqu'à un certain point, l'irrégularité et la grosseur de certains grains, tandis que la coloration est restée celle du sable tertiaire.

Heureusement nous possédons, en dehors de cette constatation, une autre démonstration plus importante que celle qui dérive, que l'on peut déduire, du facies minéralogique, nous avons le critérium certain d'un dépôt coquiller : or l'élément paléontologique résout la question. Ainsi qu'on le verra plus loin, lorsque nous traiterons de la paléontologie, le banc coquiller rencontré au sommet de ces sables, contient toute une faune, ne renfermant exclusivement que des espèces scaldisiennes, les unes entières, bivalves, comme *Corbula striata*, les autres brisées, mais nullement roulées, dont toutes les arêtes sont restées vives et dont les surfaces sont demeurées absolument intactes. Enfin comme complément de preuve, nous avons recueilli parmi ces coquilles et ces fossiles une Lingule, *Lingula prismatica*, Mont., presque entière, trouvaille qui montre bien que les travaux ont rencontré le banc coquiller du scaldisien supérieur en place.

Mais reprenons, pour un instant encore, l'étude des éléments pétrographiques et de la stratigraphie que nous devons terminer.

Sous le banc coquiller que nous venons de signaler et qui est épais de 0,35 m., on a trouvé un lit mince d'argile subschistoïde micacée, présentant des caractères littoraux analogues à ceux des lits supérieurs et renfermant des fossiles scaldisiens identiques à ceux du banc coquiller. Enfin l'on a atteint la nappe aquifère, dans un sable gris, épais de 0,90 c., à la profondeur absolue de 50 mètres.

Bien que renfermant également des grains subpisaires, qui y ont été introduits selon nous accidentellement, ce

sable, comme le sable coquiller, nous paraît devoir, ainsi que lui, être rapporté au scaldisien, puisqu'il renferme les mêmes fragments de coquilles, les foraminifères et les bryozoaires des sables supérieurs de l'étage.

PALÉONTOLOGIE.

QUATERNAIRE.

LA FLORE.

A toutes les hauteurs, depuis le sommet jusqu'à la base des dépôts quaternaires, l'accumulation des bois flottés est réellement extraordinaire : on se croirait dans le delta du Gange [1]. Il est évident que dans leur cours supérieur, les torrents déracinaient et entraînaient, alors comme aujourd'hui, dans les régions où l'action de l'homme n'intervient pas, des parties de forêts ; que pendant le transport, les cataractes brisaient, fracassaient ces arbres et qu'ils arrivaient dans le delta à l'état de fragments irréguliers d'un volume très réduit. Parmi ces fragments, le bois flotté de nos échantillons se présente le plus souvent sous forme de plaques arrondies, usées, ressemblant parfois à de véritables galets. Les uns sont simplement flottés, légers, d'autres sont plus ou moins transformés en lignite, alors il sont plus denses que les premiers, et tous, imprégnés de pyrite, se fendillent à l'air et se couvrent d'efflorescences blanchâtres : certains fragments sont extérieurement rougis par la limonite ou teintés en bleu par la vivianite.

[1] Cette abondance extraordinaire de bois flotté n'est pas, comme on pourrait le penser, un accident local, nous l'avons constatée en divers points de la Campine. Le puits de Bockryck, qui a dépassé la profondeur de 50 mètres, en a rencontré à toutes les hauteurs.

La plupart des échantillons recueillis, que nous possédons, appartiennent à des conifères. Grâce aux bons offices et à l'amitié de M. F. Crépin, directeur du jardin Botanique de l'Etat, M. Leo Errera, professeur à l'université de Bruxelles, voulut bien accepter d'examiner quelques-uns de nos échantillons.

« Tous les fragments que j'ai étudiés jusqu'à présent, « déclare le savant spécialiste, appartiennent à des « conifères. L'existence de canaux résineux dans le bois, « la communication des cellules, des rayons médullaires « avec les trachéïdes, par une seule ponctuation et « d'autres caractères, conduisent, parmi les formes ac- « tuelles, au genre *Pinus*.»

En reproduisant cette partie des notes de l'éminent botaniste, nous sommes heureux de pouvoir trouver une occasion de remercier M. le professeur Leo Errera de sa gracieuse obligeance.

Parmi les échantillons de bois recueillis dans le forage, qui permettent de constater d'évidentes traces d'usure et l'action énergique des eaux, il nous a été donné de découvrir des éléments plus fragiles, plus délicats, dont la conservation, en un pareil milieu, est bien faite pour confondre l'observateur, nous voulons parler de pommes de pin à peu près intactes; malheureusement les trois intéressants fruits que nous avions découverts, étaient, comme tous les autres éléments ligneux, complètement pénétrés de pyrite, de sorte que retirés du milieu imprégné d'eau, où ils se trouvaient ensevelis depuis des siècles, ils n'ont pas manqué de s'entrouvrir par dessiccation et par se réduire en une matière noire, pulvérulente, recouverte d'efflorescences blanchâtres, exhalant une odeur prononcée de sulfure de fer. Ces pommes de pin n'étaient guère plus volumineuses que le sont d'ordinaire les fruits du mélèze.

Bien que le cas ne soit pas applicable ici, on aurait tort, selon nous, de déduire ainsi qu'on l'a fait d'une manière générale, de la présence de fragments de bois abondants, à la proximité de la terre ferme. Il suffit de se rappeler que, dans certaines régions, presque tout le bois employé aux usages domestiques de la population consiste à peu près exclusivement en bois flotté. C'est un fait bien connu que des troncs d'acajou et d'autres essences, sont annuellement entraînés du golfe du Mexique, portés par le Gulf Stream à travers l'Atlantique et déposés en blocs innombrables sur la côte occidentale de l'Islande.

La Faune.

Les personnes qui ont pu constater *de visu*, qui sont au courant de la richesse de la faune et de l'abondance des individus dont les débris ont été recueillis à Anvers, où ils forment de loin, ainsi que l'a établi M. le professeur P. Van Beneden [1], le plus vaste ossuaire du monde, ces personnes seront surprises, autant que nous l'avons été nous-même, de ne rencontrer, dans les couches traversées à Merxplas, pour ainsi dire aucune trace, pas un seul [2] débris de matière organique; car nous ne pouvons attacher quelque valeur aux rares esquilles microscopiques que la loupe nous a fait, après beaucoup de recherches, péniblement découvrir.

On peut admettre qu'une barre, qu'un banc de sable,

(1) P. Van Beneden. La côte d'Ostende et les fossiles d'Anvers. Bull. Acad. royale des Sciences. 2e série T. XII, N° 12. 1861, p. 453.

(2) Les bois de cervidé, recueillis à 4.50 m. dans l'argile, au dire de M. Lambert, ainsi que l'os long de mammifère de grande dimension, dont parle M. O. van Ertborn (T. XVII, p. CCXIII, Ann. de la Société royale Malacologique), proviennent des briqueteries.

une sorte de longue jetée, de Nehrung, séparait la partie du delta, où notre forage a été exécuté, du golfe d'Anvers. Mais, nous semble-t-il, les fleuves qui arrachaient à leurs rives tant de débris végétaux, devaient maintes fois surpendre, engloutir, charrier également, entraîner et enfin déposer, en nombre considérable, les cadavres de mammifères. Quoi qu'on en puisse penser, il n'a été découvert aucune trace d'ossements fossiles dans le forage de Merxplas.

TERTIAIRE.

FAUNE MALACOLOGIQUE.

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué plus haut, à la profondeur absolue de 49 mètres (48.70 à 49.05 m.), dans un sable grisâtre, que l'on prendrait au premier aspect pour du scaldisien supérieur, si les sédiments fins n'étaient entremêlés à des éléments graveleux [1], le forage a traversé un lit coquiller épais de 0.35 centimètres. L'échantillon (n° 53), fort complet que nous avons obtenu, est très instructif et constitue un document du plus haut intérêt à divers points de vue. Aussi nous proposons-nous d'étudier le dépôt qu'il représente dans le plus grand détail [2].

Le banc coquiller renferme, d'après les échantillons

(1) Sans aucun doute accidentellement.

(2) Rappelons ici quels sont les éléments stratigraphiques et paléontologiques du scaldisien à *Fusus contrarius*, Lin.:

ζ Sable vert pur ou argileux, à *Lingula prismatica*, Mont;

ε Sable à *Corbula striata* Walk.;

δ Banc coquiller supérieur, avec nodules de phosphate de chaux, *in situ*;

γ Sables intermédiaires;

β Banc coquiller inférieur, remanié;

α Gravier, avec cailloux roulés de basalte, etc.

que nous possédons, des coquilles entières et des coquilles brisées; un certain nombre d'entre elles sont bivalves. Nous n'hésitons pas à les rapporter au banc coquiller supérieur du scaldisien à *Fusus contrarius*, formé d'espèces *in situ*, non remaniées. En effet, malgré l'action désastreuse du trépan et les mille causes d'accidents qui ont entravé le recueil de nos fossiles, les échantillons qui nous ont été remis, renferment des coquilles très délicates, qui nous sont parvenues intactes, renfermant même du sable fin scaldisien absolument pur. Les coquilles qui sont brisées l'ont été récemment et, sans doute possible, par l'action du trépan. Si elles avaient été entraînées d'un autre gisement, ne fût-il distant que de quelques mètres, elles eussent présenté des traces d'usure et offert l'aspect roulé bien connu, tandis qu'au contraire nous avons constaté que les nombreux échantillons et fragments de têts extraits du forage ont tous conservé la vivacité de leurs arêtes, si bien qu'il est souvent possible de réunir les fragments d'un même individu, sans qu'ils laissent apercevoir la moindre solution de continuité. Les bords ne sont jamais ébrêchés et la surface externe des valves conserve encore le poli, le luisant et les ornements qui les caractérisent de leur vivant.

Qui ne connaît l'extrême fragilité du têt des lingules? Si le banc coquiller avait été formé d'espèces remaniées, il n'eût pas été possible de recueillir de cette intéressante espèce autre chose que des fragments réduits à l'état de grains, tandis que nous en possédons une valve à peu près complète.

D'un autre côté toutes les espèces qui nous ont été remises appartiennent exclusivement au scaldisien supérieur ou sables à *Fusus contrarius*, Lin. Nous croyons même pouvoir déduire de nos observations que le niveau des sables à *Corbules* a été rencontré par les travaux du

forage. En effet, les premiers échantillons de coquilles recueillis renferment bon nombre d'individus intacts et même bivalves de *Corbula striata*, tandis que dans les derniers échantillons ramenés, et appartenant toujours au même banc coquiller, on n'en trouve pour ainsi dire plus.

Nous donnons ci-après la liste des espèces dont la détermination n'a présenté aucune difficulté et n'est pas douteuse. Mais en dehors de ces espèces, il reste un bon nombre de fragments de têts, avec ou sans charnières, en parfait état de conservation et qui sont pour un certain nombre, susceptibles de détermination. Toutefois, nous les écartons pour l'instant de notre liste, ainsi que les pièces douteuses ; les espèces dont la détermination offre toute sécurité, étant en nombre plus que suffisant pour établir paléontologiquement la preuve du fait stratigraphique, faire constater la présence du scaldisien supérieur.

LISTE DES ESPÈCES DU SCALDISIEN SUPÉRIEUR
à Fusus contrarius (*Trophon antiquum*),

Recueillies dans le forage de Merxplas.

GASTROPODES.

Fusus contrarius, Lin. (*Trophon antiquum*, Lin.) [1].
Voluta Lamberti, Sow. (*Aurinia*).
Chenopus pes pelicani, Lin. (*Aporrhaïs*).
Turritella incrassata, Sow.
id. *terebra*, Lin.
id. *turris*, Bast.
Cerithium sinistratum, Nyst.

[1] *Chrysodomus contraria* (pour les spécialistes). Espèce qui, comme on sait, caractérise à elle seule le scaldisien supérieur.

Natica varians, Duj.
Buccinum undatum, Lin.
Chiton, sp.

LAMELLIBRANCHES.

Corbula striata, Walk.
Tellina Benedeni, Nyst.
id. donacina. Lin.
Venus ovata, Penn.
Woodia excurrens, Wood.
Cyprina rustica, Sow.
Cardium decorticatum, Wood.
id. edule, Lin.
Lucina borealis, Lin.
Astarte incerta, Wood.
Cardita chamæformis, Leathes' Mss.
Pectunculus glycimeris, Lin.
Pecten opercularis, Lin. (*Chlamys*).
id. pusio, Lin.
id. Gerardi, Nyst.
Lima subauriculata, Mont.
Mactra deaurata, Turt.
Ostrea edulis, Lin.

BRACHIOPODE.

Lingula prismatica, Mont.

ECHINIDE.

Echinocyamus pusillus, Mull.

BRYOZOAIRE,

Cellepora pumicosa, Lin.

Soit trente et une espèces absolument caractéristiques
Nous nous proposons maintenant d'appeler l'attention

sur un phénomène d'altération, de corrosion, d'incrustation, que nous avons observé jadis en étudiant le têt de certains fossiles du gisement classique du Bolderberg, phénomène qui se trouve reproduit ici sur un très grand nombre de fragments et sur presque toutes les espèces du lit coquiller supérieur que nous venons de décrire.

Nous n'avons pas, sauf erreur, souvenance d'avoir rencontré dans les auteurs une description de cet accident, ni par conséquent, l'explication qu'il sollicite : nous croyons qu'il n'a pas encore été signalé.

Lorsque l'on examine à l'aide de la loupe les nombreux fragments de têts provenant du banc coquiller scaldisien supérieur et du niveau à *Corbules*, on remarque que ces coquilles sont presque toutes revêtues, indifféremment sur la face externe ou interne, de grains plus ou moins fins de sable, formé de quartz hyalin subanguleux, et de quartz teinté en jaune par la limonite : on y trouve aussi parfois des dendrites de fer et de manganèse. Or les grains dont nous parlons n'adhèrent pas, comme on pourrait le penser à la surface de la coquille, mais on observe qu'ils ont pénétré dans la substance même du têt et qu'ils s'y sont incrustés, à peu près à la profondeur du tiers de leur volume. Lorsque par suite d'un choc, ou d'un frottement, les grains de sable dont il s'agit viennent à se détacher et à quitter la dépression, la petite cavité qu'ils occupaient dans la coquille, leur départ laisse dans la substance calcaire de celle-ci, une empreinte en creux, qui reproduit avec la dernière exactitude, ainsi que le ferait un moule, toutes les aspérités et les détails du grain qui y était encastré.

Parmi les explications qui paraissent le mieux rendre compte de ce phénomène, la plus simple, la plus naturelle, est celle qui résulte de l'action de l'eau qui imprègne ces sables. L'eau renferme de l'acide carbonique en

excès qui attaque le têt; cette eau est maintenue et paraît envelopper chaque grain comme d'une pellicule liquide, sans doute par l'action d'un phénomène analogue à celui de la capillarité.

Nous avons constaté que ces incrustations ne sont pas seulement visibles dans le têt des fossiles scaldisiens de Merxplas et du Bolderberg, mais que les Corbules (*Corbula striata*, Walk.) du puits artésien de Turnhout [1] présentent la reproduction des mêmes empreintes avec tous les caractères précédemment décrits. D'un autre côté, nous n'avons jamais observé trace de ce phénomène dans les fossiles que nous possédons, du scaldisien de la ville d'Anvers. Il résulterait de ces faits que ce facies serait le produit d'une action chimique, s'exerçant par l'entremise d'une nappe d'eau spéciale, localisée en certains points, à diverses hauteurs (deux au moins, trois au plus), plus riche que d'ordinaire en acide carbonique.

Nous n'avons pas remarqué que les espèces recueillies par notre confrère M. le Dr J. Lorié, dans le scaldisien des forages profonds de Goes, de Gorkum et d'Utrecht, aient montré des traces de ce phénomène. Du moins les excellentes figures [2], si consciencieusement dessinées par l'auteur, dans les belles planches du travail cité, n'en laissent rien apercevoir. Si ces traces de corrosions avaient pu être observées aux mêmes niveaux stratigraphiques dans les forages de la Hollande, elles eussent fourni un point de repère précieux et offert les moyens d'une détermination facile et sûre, en l'absence de meilleurs caractères.

[1] Foré également par M. le baron O. van Ertborn : nous publierons incessamment les résultats de ce forage.

[2] J. Lorié (le Dr). *Contributions à la géologie des Pays-Bas*. I. Résultats des forages de puits à Utrecht, Goes et Gorkum. Grand In-8° avec pl, Haarlem. 1885.

Etude comparative du puits de Merxplas et des forages de la Hollande.

L'étude stratigraphique et paléontologique du puits de Merxplas nous paraît expliquer et commenter assez complètement la coupe du forage de Rozendaal, exécuté en 1870, également par notre confrère M. le baron O. van Ertborn, et publié par lui dans les Annales de la Société royale Malacologique de Belgique (1).

Comme dans le relevé des couches traversées à l'Etablissement colonial de Merxplas, nous constatons à Rozendaal, la succession d'alternances de sables et d'argiles qui, bien que peu explicites, ne renfermant pas de graviers, ni de coquilles, en un mot, absolument privées d'éléments paléontologiques, ne permettent pas cependant de douter que les mêmes dépôts n'aient été rencontrés en ces deux puits et qu'on ait eu à constater les effets de mêmes causes, exerçant leur action dans le même temps, et dans des conditions identiques: ainsi le quaternaire de Merxplas explique celui de Rozendaal. Une autre déduction que nous tirons de la comparaison des deux forages, c'est que le puits de Rozendaal n'est pas sorti du quaternaire fluviatile et qu'il n'a pas atteint le tertiaire.

Les dépôts de transport quaternaire sont donc plus puissants à Rozendaal qu'à Goes; ce fait semble assez naturel, le premier de ces forages se trouvant à une latitude plus élevée vers le Nord, ce qui vérifie, une fois de plus, la constance de l'inclinaison générale au Nord-Ouest, résultant du retrait des mers.

Les puits de la Drenthe et de l'Overijssel décrits par

(1) van Ertborn (le baron O.). *Coupe d'un forage exécuté dans l'Amidonnerie de M. Hemmann à Rozendaal.* Ann. de la Société royale Malacologique, T. XVII, p. CCXX. 1882.

notre confrère M. le Dr Van Cappelle (1), malgré le puissant intérêt que présente leur étude, ne peuvent éclairer notre travail ou entrer dans l'examen comparatif auquel nous nous livrons, ils sont d'une part trop peu profonds, et de l'autre trop éloignés et situés en dehors des méridiens les plus orientaux qui traversent la Belgique.

Les travaux de recherche, si intéressants, de notre collègue M. le Dr Erens, lui ont fait recueillir des roches cristallines dans les dépôts appartenant aux formations diluviennes du sud des Pays-Bas (2). Notre collègue a su y distinguer les apports des courants scandinaves des dépôts de transport Rhénans, Moséens (Vosges, Morvan) et Bretons.

Nous croyons, pour notre part, que c'est aux éléments de transport fluviaux Rhéno-moséens qu'il faut rapporter les très rares et fort menus débris de roches cristallines, rencontrés dans le forage de Merxplas, où aucun fait observé ne nous permet de conclure à l'existence de traces de la période glaciaire. Comme nous l'avons dit plus haut, tous les dépôts fluviaux traversés dans ce forage sont antérieurs à l'arrivée, à l'extension terminale, de la moraine scandinave.

Il nous reste maintenant à comparer les résultats acquis par notre forage avec ceux des puits artésiens de Goes, de Gorkum et d'Utrecht, décrits par notre ami M. le Dr J. Lorié (3).

A Goes (4), le scaldisien s'étend de — 39 à — 60 m.

(1) Van Capelle (le Dr A.). *Geologische resultaten van eenige in West-Drenthe en in het Oostelijk deel van Overijssel verrichte grondboringen.* Amsterdam. In-4° avec pl. 1890,

(2) Erens (le Dr A.). *Recherche sur les formations diluviennes du sud des Pays-Bas.* Haarlem. In-8° avec pl. 1891.

(3) J. Lorié (le Dr). *Contribution à la géologie des Pays-Bas.* I à V. In-8° avec pl. Haarlem. 1885-1890.

(4) Sol de surface à 4.21 m. au-dessus de A. P.

(62 m.), le diestien de —60 m. (62 m.) à — 97 m. et le rupélien de — 97 à — 223 m. : à cette profondeur, cet étage n'avait pas été traversé.

Etant données la latitude de Goes et celle de Merxplas, la rencontre du scaldisien devait se manifester dans ce dernier forage à une profondeur moindre que celle observée à Goes, ce qui, en effet, a été constaté : la cote d'altitude est de — 37 à Goes et de — 17,60 à Merxplas.

Quant au forage de Gorkum (1), situé à peu près sur le prolongement du méridien de Merxplas, mais beaucoup plus loin vers le Nord, il nous montre le quaternaire s'étendant de — 12 à — 92 mètres, (avec les dépôts d'eau douce) à 120 m., (120 — 5,18 = 114,82) — 114,82 m., où commence le scaldisien. Il résulte de ces données que le tertiaire s'y rencontre à 97,22 m. plus bas que dans le forage de Merxplas (2), soit avec une inclinaison de 1,84 m. par kilom., ce qui constitue une pente très douce et fort acceptable, étant donnée la distance qui sépare les deux localités.

Le forage d'Utrecht (3) qui se trouve aussi presque sur le prolongement du méridien de Merxplas, mais à une distance moindre de moitié de celle qui sépare Gorkum de Merxplas, devrait rencontrer le sommet du scaldisien à 55 m. environ (55,20 m.) plus bas que le niveau où cet étage a été atteint à Gorkum, si la pente restait la même, à 114,82 m. + 55,20 m., soit à la profondeur de — 170 (170,02) mètres.

(1) Le sol de Gorkum (orifice du puits) est à 3.05 m. au-dessus de A. P., (5,18 au-dessus du zéro d'Ostende).

(2) Le sol de surface de l'établissement colonial de l'Etat à Merxplas est à la cote d'altitude 28-30. (La crête de partage des bassins de la Meuse et de l'Escaut, qui passe à quelques mètres, Sud, est à la cote 30.)

(3) La cote de l'orifice du puits est à 3.73 m. au-dessus de A. P. (5.88 au-dessus du zéro d'Ostende). J. Lorié (le Dr). *Contribution à la géologie des Pays-Bas.* I. In-8° avec planches. Haarlem. 1885.

Or, M. Lorié nous apprend que le tertiaire y commence à 160 m. (160 — 5,86 = 154,14) — 154,14 m., c'est-à-dire 15 mètres plus haut, soit avec inclinaison de 1,30 m. par kilom., ce qui constitue une diminution de pente de 0,54 c. par kilomètre.

Il nous semble résulter de ces rapprochements, que l'inclinaison générale des sédiments tertiaires dans le sous-sol de la Hollande tend à rester uniforme, régulière, ou, plus exactement, à s'atténuer faiblement au fur et à mesure que l'on avance vers le Nord, ce que la nature des faits connus et la loi qui régit la formation des atterrissements dans les deltas, en une mer peu ouverte, semble confirmer.

L'examen du nouveau forage de Diemerbrug à Amsterdam, publié également par M. J. Loiré (1), achève de justifier pleinement ces déductions. Amsterdam (2) est à peu près à une égale distance d'Utrecht, vers le Nord, que cette dernière ville l'est de Gorkum au Sud. Or le sommet du scaldisien marin vrai a été atteint à la profondeur de 190,70 m. (190,70 — 1,43 = 189,27) — 189,27 m. à 35 (35,13) mètres plus bas que le même niveau sratigraphique a été rencontré dans le forage d'Utrecht, soit avec une atténuation de pente de 0.24 c. environ par kilom., c'est-à-dire avec une inclinaison régulière, uniforme de 1,06 m. par kilom. vers le Nord, se rapprochant de horizontalité.

CONCLUSIONS.

L'étude du forage de Merxplas, telle qu'elle résulte des données fournies par M. le baron O. van Ertborn,

(1) J. Lorié (le Dr). *Les deux derniers forages d'Amsterdam.* IV. Extrait *Bull. soc. belge de géol.* etc. In-8. Bruxelles t. III. 1889.

(2) Le niveau du sol est à Diemerbrug de 0.70 m. sous A P. 1.43 au-dessus du zéro d'Ostende).

comble une lacune importante en nous faisant connaître les relations stratigraphiques du quaternaire et du tertiaire si imparfaitement observées jusqu'à ce jour en la Campine, ainsi que la puissance, la composition, l'allure des premiers de ces dépôts et leurs relations avec le second.

Nous constatons à partir de Gierle ([1]), localité située à 10 kilom. au sud de Merxplas, que la plaine sédimentaire s'enfonce régulièrement vers le Nord, à raison d'environ 3,26 m. par kilom., tandis qu'à partir de Turnhout ([2]), ville située à 8260 m. à l'est de notre forage, la même plaine sédimentaire marine ne s'incline que de 2,55 m. vers l'Ouest, soit, avec une pente moyenne de 2,90 m. par kilom. dans la direction générale au Nord-Ouest.

Le même forage a fourni l'occasion d'établir le raccordement de nos couches avec celles des puits artésiens profonds, forés en Hollande et nous permet de constater l'abaissement régulier, uniforme, de plus en plus atténué, au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de départ, pour s'avancer au Nord.

Nous avons pu suivre la surface de la plaine sédimentaire, formée par le scaldisien supérieur, à partir de Gierle, où elle est voisine de la surface ([3]) jusque Amsterdam ([4]), où elle descend à 190 m. (-188.27 m., au

([1]) Le niveau de l'orifice du forage est à 20. 38. Cf. *Op. cit.*, de M. O. van Ertborn. Planchette de Lille XVI/3, de la carte topographique de la Belgique à l'échelle de 1/20 000.

([2]) Le niveau de l'orifice du forage est à la cote de 26.50, planchette de Turnhout, VIII/8, de la carte topographique de la Belgique à 1/20.000.

([3]) Gierle. Cote d'alt. de la surface 20.38. Surface du scaldisien supérieur, 14.88. Long. 0° 29′ 58″ Est; Lat. 51° 16′ 10″. Planchette de Lille XVI/3, de la carte topographique de la Belgique à l'échelle de 1/20.000. (Cf. O. van Ertborn, *Op. cit.*)

([4]) Le niveau du sol à Amsterdam (Diemerbrug) est de 0.70 sous A. P. (1.43 m., au-dessus du zéro d'Ostende).

zéro d'Ostende) sous le niveau de la mer. Si l'inclinaison se continuait dans les mêmes conditions, et il est assez vraisemblable qu'elle s'atténue encore davantage (soit une pente de 0.58 c. par kilom.), nous pourrions déduire que la surface de la plaine pliocène se trouve à la profondeur de 254 m. (– 253,70 m.) environ, sous A. P. (1), à hauteur de l'extrémité nord du royaume des Pays-Bas : d'une manière plus précise, vers le saillant qui forme la limite nord-occidentale de l'île de Terschelling.

Ces déductions, exprimées dans la coupe-diagramme ci-contre, le raccord de nos données stratigraphiques avec celles de nos confrères de Hollande, les idées suggérées, les vues d'ensemble qu'elles nous ont permis de jeter sur le delta du Rhin, l'allure de la plaine sédimentaire, sous les dépôts quaternaires qui les recouvrent, dépôts qu'elles nous ont fait connaître à la frontière des deux pays, justifient, semble-t-il, notre travail et ne nous font pas regretter le temps que nous lui avons consacré.

En terminant nous nous faisons un devoir de remercier notre confrère et ami M. le baron van Ertborn des documents qu'il a mis à notre disposition et des échantillons précieux dont il nous a fait présent avec sa générosité habituelle.

30 mai 1891.

(1) A. P. *Amsterdamsche Peil*, correspondant au niveau des hautes mers dans l'Y, représente le zéro de la topographie hollandaise; il se trouve (Dr J. Lorié), à 2,1337 m., au-dessus du zéro du nivellement belge, I. C. M., lequel est à 0.17 centimètres au-dessus du zéro des ponts et chaussées

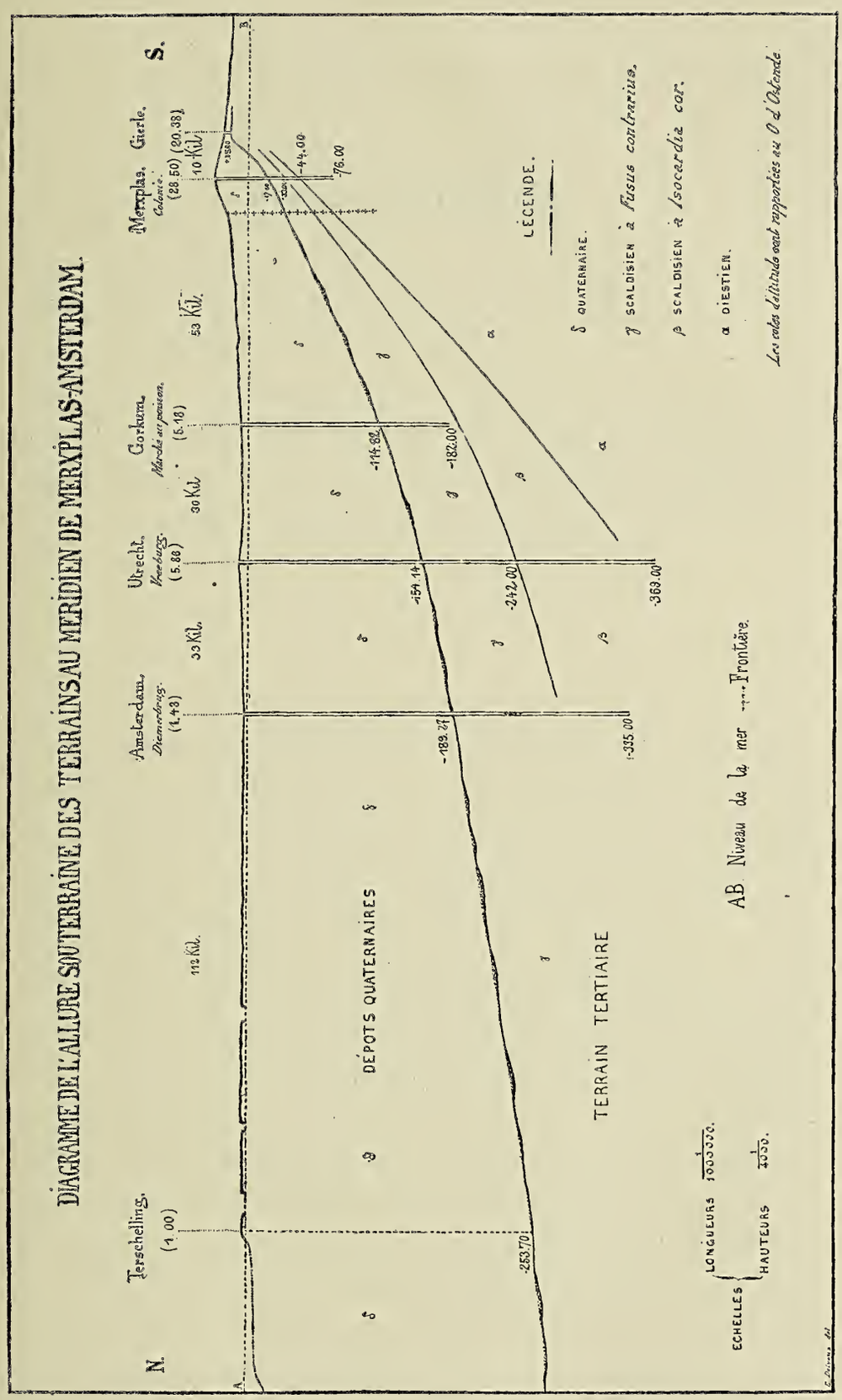


DIAGRAMME DE L'ALLURE SOUTERRAINE DES TERRAINS AU MERIDIEN DE MERXPLAS-AMSTERDAM.
N.
S.
Terschelling.
(1.00)
Amsterdam.
Diemerbrug.
(1.43)
Utrecht.
Vreeburg.
(5.88)
Gorkum.
Marché au poisson.
(5.18)
Merxplas.
Colonie.
(28.50)
Gierle.
(20.38)
112 Kil.
33 Kil.
30 Kil.
53 Kil.
10 Kil.
DÉPOTS QUATERNAIRES
TERRAIN TERTIAIRE
-253.70
-189.27
-335.00
-154.14
-242.00
-369.00
-114.82
-182.00
-44.00
-76.00
LÉGENDE.
δ QUATERNAIRE.
γ SCALDISIEN à Fusus contrarius.
β SCALDISIEN à Isocardia cor.
α DIESTIEN.
Les cotes d'altitude sont rapportées au 0 d'Ostende.
AB Niveau de la mer ---- Frontière.
ECHELLES
LONGUEURS
HAUTEURS

SECONDE PARTIE.

Approfondissement du forage de Merxplas sous la direction de M. Fr. Zanen, *Ingénieur au corps des Ponts et Chaussées de l'arrondissement de Turnhout.*

L'importance du forage de Merxplas ne nous permettait pas de déposer la communication qu'on vient de lire sans nous être enquis au préalable, de l'état actuel des travaux et des résultats obtenus.

Les renseignements précis, qui nous ont été transmis par M. l'ingénieur Fr. Zanen, ont été tels, que nous n'avons pas hésité un instant à nous rendre en personne à Merxplas. Nous eussions été toutefois fort empêché de mener à bonne fin nos recherches si le directeur de l'Etablissement colonial de l'Etat, M. Lambert, avec une obligeance éclairée, qui sera appréciée par les hommes de science, n'avait bien voulu mettre à notre disposition, partager avec nous, la série complète des échantillons de roches ainsi que les fossiles recueillis dans les derniers travaux, et conservés aux archives de l'Etablissement.

Ces échantillons et les précieux renseignements qui nous été gracieusement communiqués par M. Zanen

constituent des éléments d'étude et des documents du plus haut intérêt, que nous nous empressons de mettre à la disposition de nos confrères de la Société. Nous résumerons, succinctement ici, avec l'intention d'y revenir plus tard, lorsque les travaux de forage, qui vont être incessamment entrepris, seront terminés, les données principales qui se dégagent de nos dernières recherches.

Les déterminations des premiers échantillons du forage de Merxplas, arrêté comme nous l'avons dit à la profondeur de 50 mètres, se trouvent absolument confirmées par l'examen des échantillons du second forage; celui-ci a été repris dans le scaldisien supérieur, dans les sables à *Fusus contrarius*, continué dans les sables à *Isocardia cor* et dans le Diestien jusqu'à la profondeur de 110 mètres, sans résultat pratique, l'eau, bien que suffisamment abondante, persistant à n'être pas potable. L'approfondissement, arrêté provisoirement au niveau précité, va incessament être poursuivi [1]. Nous nous proposons de suivre attentivement ces travaux, afin de compléter, autant qu'il est possible de le faire, le présent compte rendu et les données utilitaires acquises par cet important forage.

On trouvera dans le tableau détaillé ci-après, les résultats immédiats fournis par l'approfondissement du forage, poursuivi sous la direction de M. l'Ingénieur Fr. Zanen.

Nous saisissons avec empressement l'occasion de remercier au nom de la science, M. Lambert, directeur de l'établissement colonial de l'Etat à Merxplas, et M. Zanen, Ingénieur au corps des Ponts et Chaussées, à Turnhout,

[1] M. Zanen nous informe, à la date du 27 juillet, que l'approfondissement du puits de Merxplas va commencer.

(*Note ajoutée pendant l'impression.*)

du concours éclairé que ces MM. ont bien voulu nous prêter dans l'accomplissement de ces recherches.

Nous ne doutons pas que la connaissance exacte des éléments stratigraphiques qui entrent dans la composition du sous-sol de la région, celle de leur puissance relative, ainsi que la position précise et la valeur des nappes aquifères rencontrées dans le forage de Merxplas, ne soient appelées à rendre de grands services à l'industrie des villes de la Campine et à être très utiles à toutes les localités environnantes.

Comme le fait s'est produit à Renaix et partout, la réussite de l'opération amènera inévitablement le creusement d'un certain nombre de puits, principalement à Turnhout, où le besoin d'eaux industrielles se fait vivement sentir.

REPRISE DU FORAGE DE MERXPLAS

sous la direction de M. Fr. ZANEN,
Ingénieur au Corps des Ponts et Chaussées de l'arrondissement de Turnhout,
par M. AXER,

Profondeur initiale 50 mètres. Cote d'alt. —21.50.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Scaldisien supérieur à *Fusus contrarius.*	1	Galets de silex (ils avaient été placés pour maintenir les sables) et remanié sableux .	1.70	50.00	51.70	—23.20
	2	Sable glauconifère, avec quelques gros grains arrondis de quartz hyalin, sali par cette argile grise qui agglutine d'ordinaire les éléments du scaldisien. Nous avons trouvé dans ce sable un fragment de *Cyprina rustica*, Sow. parmi de nombreux et très petits débris de têts et d'autres restes de matière organique. Il s'y est rencontré un petit caillou de quartzite laiteux, un fragment anguleux subpisaire de roche cristalline étrangère au pays, un petit morceau de lignite et un bloc du volume d'un œuf de poule, sorte de galet jaune brun, de carbonate de fer, d'une ténacité extraordinaire. La roche de ce galet est compacte, terne, micacée à l'intérieur; elle devient finement celluleuse vers la surface où elle empâte quelques grains de quartz hyalin et de la glauconie vert clair (1). On a recueilli, nous a-t-on affirmé, à ce niveau, une dent de squale.	1.30	51.70	53.00	– 24.50

(1) Nous avons des raisons de penser que le caillou de quartzite et le bloc ou galet de carbonate de fer ne se trouvent dans l'échantillon que par accident. Sans nul doute ils faisaient partie des galets qui ont été précipités au fond du puits pour maintenir les sables.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Scaldisien supérieur à *Fusus contrarius*.	3	Sable argileux, cohérent, fin, glauconifère, gris jaune verdâtre sale, pétri de débris de fossiles et renfermant des espèces bivalves du scaldisien supérieur, *Tellina obliqua*, Sow., et des foraminifères. .	0.90	53.00	53.90	—25.40
	4	Mêmes sables fins, argileux, gris foncé sale, mêmes caractères, toujours pétris de débris de têts. Nous y avons trouvé *Tellina Benedeni*, Nyst. et *Voluta Lamberti*, Sow. brisées, mais les fragments présentaient les arêtes vives, intactes, non roulées.	1.60	53.90	55.50	—27.00
	5	Même sable glauconifère, argileux, gris noirâtre sale, très cohérent, avec magma fossilifère d'espèces brisées, non roulées et bois flotté . .	0.50	55.50	56.00	—27.50
	6	Même sable coquiller, très argileux, cohérent, de coloration un peu plus claire que le précédent; parmi les fragments de têts dont il est pétri nous avons reconnu *Ostrea*, sp. *Pecten complanatus*, Sow. et *Lucina borealis*, Lin. . . .	1.00	56.00	57.00	—28.50
	7	Sable gris jaune verdâtre, sale, présentant les mêmes caractères et renfermant le même magma fossilifère. Nous y avons remarqué *Lucina borealis*, Lin.. *Corbula striata*, Walk., *Pecten Gerardi*, Nyst., *Pecten*, sp. et des foraminifères.	0.70	57.00	57.70	—29.20

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Scaldisien supérieur à *Fusus contrarius*.	8	Argile sableuse, micacée subschistoïde, gris jaunâtre clair sale, faiblement glauconifère, très tenace, se polissant plus ou moins dans la coupure. Débris très menus de plusieurs espèces indéterminables.	0.30	57.70	58.00	—29.50
	9	Sable argileux glauconifère semblable à l'échantillon n° 7. Il renferme des débris de fossiles parmi lesquels domine le genre *Pecten*. Facies des sables à *Fusus contrarius* du bassin *Africa* à Anvers	0.70	58.00	58.70	—30.20
	10	Même sable, gris jaunâtre sale, offrant les mêmes caractères. Fossilifère. Un fragment de mica blanc de un demi-centimètre cube environ . . .	0.30	58.70	60.00	—30.50
	11	Même sable, plus fin, grisâtre sale, micacé, plus cohérent, avec fragments de têts épais et autres débris fossiles. Nous avons reconnu les espèces suivantes : *Cyprina rustica*, Sow., *Pecten Gerardi*, Nyst., très abondant, et *Lima subauriculata*, Mont., cette dernière, pour la première fois, croyons-nous, dans les sables à *Fusus contrarius* de Belgique . . .	0.70	60.00	60.70	— 21.20
	12	Sable graveleux, verdâtre pointillé de noir, peu argileux, pas cohérent, presque meuble. Le grain est beaucoup plus gros, il est très glauconifère et la glauconie est à gros grains noirâtres. Nous y avons re-				

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Scaldisien à *Fusus contrarius.*		cueilli avec des graviers subpisaires, un caillou de quartzite laiteux corrodé, roulé, du volume d'une grosse fève. Parmi les débris de fossiles, nous avons remarqué *Pecten Gerardi*, Nyst., *Pecten*, sp. *Tellina Benedeni*, Nyst et un fragment de *Fusus contrarius*, Lin. .	1.30	60.70	62.00	—32.50
	13	Suite des mêmes éléments graveleux. La glauconie de ce sable est plus abondante, à grains plus gros, noirs. Pour les autres caractères et les espèces fossiles ainsi qu'il est dit au n° 12. Nous considérons les n°s 11,12 et surtout le n° 13, comme constituant la base des sables à *Fusus contrarius.*	1.00	62.00	63.00	—33.00
Sables à *Isocardia cor.*	14	Le sable de cet échantillon, moins glauconifère que le précédent, est plus fin, il redevient argileux, jaunâtre sale. On y voit cependant quelques grains graveleux, arrondis, de quartz disséminés. Il ne renferme pour ainsi dire plus de débris de têts et les fragments sont très menus. Ce sable ressemble sensiblement à celui du n° 10.	1.20	63.00	64.20	—34.20
	15	Mêmes caractères, bien que plus fin et plus homogène. Il est gris vert, légèrement sale. On y trouve des foraminifères assez nombreux	1.80	64.20	65.00	—35.00
	16	Le sable, plus glauconifère, est plus noir : les fragments de têts restent rares. . · .	0.60	65.00	65.60	—35.60

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Sables à *Isocardia cor.*	17	Mêmes caractères; les fragments de têts sont fort rares.	1.40	65.60	67.00	—37.00
	18	Mêmes caractères; on ne trouve plus de fragments de coquilles.	1.58	67.00	68.58	—38.58
	19	Sable limoneux plus ou moins fin, avec grains de glauconie nombreux; il renferme de petits grains quartzeux hyalins et une matière terreuse, argilo-limoniteuse jaune d'ocre, légèrement teintée de verdâtre.	0.12	68.58	68.70	—38.70
	20	Sable très glauconifère, presque meuble, graveleux, avec grains de quartz et de quartzite subpisaires; il est vert noirâtre. Un fragment de dent (?). On ne voit plus de débris de coquilles	0.30	68.70	69.00	—39.00
	21	Sable semblable au précédent, il contient beaucoup de glauconie. Un grain de quartzite pisaire. L'argile gris sale reparaît en même temps que de microscopiques débris de têts.	1.00	69.00	70.00	—40.00
	22	Sable graveleux très glauconifère, avec argile terreuse, limoniteuse, jaune d'ocre, plus foncé qu'au n° 19. En général, les éléments sont moins fins. Pas de coquilles	1.00	70.00	71.00	—41.00
	23	Gravier. Sable peu différent du précédent. Plus glauconifère, plus foncé, vert noirâtre,				

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Sables à *Isocardia cor.*		avec gros grains de gravier disséminés, parties plus ou moins cohérentes et parties très cohérentes constituant une sorte de grès brun noir, très glauconifère, très dense, montrant une pâte argilo-marneuse vert-sombre, des grains cristallins de quartz hyalin, du mica blanc et peut-être des débris de feldspath	3.00	71.00	74.00	—44.00
Diestien.	24	Sable quartzeux, glauconifère, meuble, vert noirâtre, avec nombreux fragments de quartz hyalin anguleux, d'autres arrondis, de gros grains de glauconie noire, verte réniforme et gris verdâtre. Débris rares, microscopiques de têts, fragments de piquants et restes d'échinodermes. Grains de feldspath, de quartz lydien, de zircon et lamelles de mica blanc	9.00	74.00	85.00	—53.00
	25	Beau sable quartzeux, meuble très pur, très glauconifère, à grains moyens, arrondis de quartz hyalin, pointillé de grands grains de glauconie noire, noir verdâtre et verte, à surface arrondie, luisante. Fragments de spicules de spongiaires	5.00	85.00	90.00	—58.00
	26	Mêmes sables, mêmes caractères ; un bloc tabulaire de grès, épais de 0,60 m.: on n'a pas conservé d'échantillon. *Nappe aquifère.*	20.00	90.00	110.00	—78.00

RÉCAPITULATION.

Dans la première partie de notre travail, la description du forage de M. le baron O. van Ertborn, on a vu que le gravier avec cailloux, base des dépôts de transport quaternaires, descend jusqu'à la profondeur de 46.10 mètres, soit à la cote d'altitude 17.60 mètres sous le niveau de la mer.

Le terrain tertiaire succède à ces dépôts, représenté par le scaldisien supérieur, fossilifère, à *Fusus contrarius*.

Il résulte de l'examen de la liste détaillée que nous avons dressée des couches rencontrées dans les travaux d'approfondissement du puits, exécutés sous la direction de M. l'Ingénieur Fr. Zanen, de l'étude des roches et des fossiles qui y ont été recueillis, que le forage est sorti à la cote d'altitude, -33.00 m. du scaldisien supérieur, des sables à *Fusus contrarius*, dont l'épaisseur totale est de 15.40 m. et dans lesquels plusieurs dépôts coquillers, en place, ont été traversés.

Le forage est entré ensuite dans les sables à *Isocardia cor*, nettement caractérisés, fossilifères, épais de 10 m. (9.80 m.), puis dans le Diestien, représenté par des sables quartzeux, très glauconifères, meubles, à facies bien connu et relativement puissants, attendu que les travaux n'en ont point atteint la limite inférieure. En effet, le forage ayant rencontré à la profondeur de 110 mètres, un banc tabulaire de grès, épais de 0.60 m., ainsi qu'il résulte des renseignements que nous tenons de M. Zanen, s'est arrêté après l'avoir traversé : on était encore dans le Diestien.

Nous avons des raisons de croire que l'argile rupélienne ne tardera pas, à la reprise des travaux, à être rencontrée.

Nous espérons pouvoir publier bientôt les conclusions générales que l'étude détaillée des niveaux stratigraphiques et des dépôts coquillers, qui seront traversés, nous aura fournie.

Nous reprendrons alors en détail l'examen des différentes nappes aquifères successivement rencontrées par le forage, nous discuterons leur valeur relative, nous renseignerons la qualité de l'eau, nous noterons sa température, son degré hydrotimétrique, nous publierons les résultats qui seront obtenus par l'analyse chimique : ce sera la synthèse des données utilitaires, pratiques, qui seront dégagées par ce travail. Nous décrirons en même temps, lorsque les travaux auront pris fin, les éléments paléontologiques nouveaux dont ils auront enrichi la science.

Bruxelles, 16 juin 1891.

LES PUITS ARTÉSIENS DE LA FLANDRE.

Premières données sur le sous-sol du territoire d'Anseghem, obtenues par le forage d'un puits artésien,

Exécuté dans la brasserie de M. CYRILLE HEYSE,

PAR

É. DELVAUX

Lorsque nous déposions, le 21 avril 1883, les documents constituant le levé géologique de la planchette d'Anseghem, dont nous avions été chargé par le gouvernement, nous n'éprouvions qu'un seul regret, celui de n'avoir pu jeter un coup d'œil sur le sous-sol de cette région et, comme il nous avait été donné, dans le levé des autres planchettes, de ne pouvoir faire connaître la succession stratigraphique, la puissance et l'allure souterraine de ces formations géologiques jusqu'en leur dernier terme, c'est-à-dire jusqu'au silurien.

A cette époque, aucun forage n'avait été tenté dans cette contrée peu industrielle, où la population s'adonne presque exclusivement aux travaux de l'agriculture. Nos connaissances en profondeur atteignaient l'argile ypresienne, qui n'avait jamais été elle-même entamée profondément et dont nous n'arrivions à déduire la puissance approximative, qu'à l'aide de rapprochements théoriques et par le calcul.

Il n'en est plus ainsi aujourd'hui. Le forage dont on trouvera ci-après les détails, exécuté en novembre 1890 et profond de 78 mètres, vient combler la lacune. Si les

travaux n'ont pas atteint le silurien, ils nous ont fait connaître la puissance totale et la composition de l'ypresien, le niveau de contact de cet étage avec le landenien, dont les deux assises supérieures ont été traversées.

Le forage, malheureusement abandonné à l'instant où on allait atteindre le cailloutis constituant la base de l'étage landenien et rencontrer la nappe aquifère de ce niveau, ne donne pas d'eau. Il devra donc être repris prochainement et nous espérons que cette reprise sera effectuée dans des conditions plus favorables, tant au point de vue des résultats pratiques, qu'à celui du progrès de la science. L'exemple une fois donné, d'autres forages se succéderont, sans nul doute, et nous ferons connaître, comme ailleurs, dans les moindres détails, ce qu'il nous reste à apprendre sur le sous-sol de la contrée.

Les travaux, commencés avec un diamètre très insuffisant (0,06^{m}), le 5 octobre 1890, ont été abandonnés le 8 novembre. Averti trop tard, par une visite que nous fit le propriétaire de la brasserie, M. C. Heyse, nous n'avons pu assister à la traversée de certains niveaux. Bien que l'état de notre santé nous interdît à cette époque tout déplacement, nous n'hésitâmes pas à nous rendre à Anseghem le 13 novembre, et nous pûmes ainsi obtenir du propriétaire des renseignements sur place et recueillir les échantillons que nous possédons.

Les détails qui suivent nous ont tous été fournis par M. Heyse, qui surveillait en personne les opérations du forage, notant au fur et à mesure de leur avancement, les couches et les niveaux traversés, dont il prenait lui-même les échantillons.

Quelles que soient les conditions dans lesquelles les travaux de ce puits ont été exécutés, ils nous ont donné une satisfaction que tout géologue appréciera, celle de

constater, une fois de plus, l'exactitude de nos levés géologiques. Ils nous ont fourni la preuve que nos déductions et le tracé théorique de diverses limites d'étages étaient rigoureusement conformes à la réalité des faits.

Puits artésien de la brasserie de M. C. Heyse

Place de la Gare du chemin de fer, à Anseghem.

FORAGE COMMENCÉ LE 5 OCTOBRE 1890 ET ABANDONNÉ LE 8 NOVEMBRE.

(*) Long. est, 990 m.; Lat. sud, 770 m.; Cote de l'orifice 26.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire		Remblai, humus remanié et alluvions limoneuses. . . .	2.00	0.00	2.00	24.00
	λ	Sables meubles, gris jaunâtre. à grains moyens, dérivés du paniselien (alluvions du Molebeek)	3.00	2.00	5.00	21.00
	λ'	Même sable, fluide, boulant, alternant avec plusieurs niveaux tourbeux qui renferment des fragments de bois peu volumineux	7.00	5.00	12.00	14.00
	x	Cailloux de silex roulés et fragments de grès paniselien subanguleux	0.10	12.00	12.10	13.90
		Nappe aquifère.				

(*) Origine des coordonnées géographiques : le clocher de l'église d'Anseghem.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Etage ypresien	ι	Argile sableuse, ou sable argileux, glauconifère, jaune légèrement verdâtre, à grains irréguliers, assez fins ; ce dépôt est plus ou moins cohérent.	2.00	12.10	14.10	11.90
	θ	Argile plastique, finement sableuse, gris jaunâtre, plus ou moins tenace	3.40	14.10	17.50	8.50
	η	Argile plastique, gris pâle, légèrement bigarrée de jaune, très cohérente	10.50	17.50	28.00	— 2.00
	ζ	Argile sableuse, gris bleuâtre, à poussière de mica, caractères et facies connus. .	5.00	28.00	33.00	— 7.00
	ε	Argile compacte, schistoïde vers le bas, gris bleu ardoise, pyritifère et ligniteuse . . .	31.00	33.00	64.00	—38.00
	δ	Argile compacte, brun chocolat, avec linéoles de sable, grains de quartz hyalin et pyrite.	1.00	64.00	65.00	—39.00
Etage landenien	γ	Sable glauconifère à grains fins, avec nombreux grains de quartz miliaires . . . . . *Nappe aquifère.*	1.00	65.00	66.00	—40.00
	β	Sable glauconifère fin, meuble (sable vert des ouvriers), caractères et facies connus.	12.00	66.00	78.00	—52.00
	α	Argilite glauconifère ou tufeau, gris vert, faiblement bleuâtre, avec grandes lamelles de mica blanc, assez cohérent. La glauconie est à grains moyens, vert clair.	?	78.00	?	?

OBSERVATIONS.

HYDROLOGIE.

La nappe aquifère rencontrée dans les cailloux de silex roulés, base du quaternaire, ne présentait pas un débit suffisant pour les besoins de la brasserie et l'eau obtenue était de mauvaise qualité.

La seconde nappe aquifère, située, comme on sait, sous la base de l'étage ypresien, dans les sables verts landeniens, a été traversée rapidement par le foreur. Elle n'offrait, assure-t-il, qu'un rendement assez faible. Nous en sommes surpris.

STRATIGRAPHIE.

QUATERNAIRE.

Les alluvions sableuses du Molebeek sont, ainsi qu'on peut le constater, relativement très puissantes pour un cours d'eau aussi peu important (il prend sa source à moins de 2 kilomètres). Elles nous donnent jusqu'à un certain point, la mesure de la dénudation opérée par les pluies sur le versant est du Grooteberg et une idée du volume des masses transportées par un faible ruisselet.

Nous n'avons pas réussi à obtenir un échantillon de la tourbe, avec fragments de bois, dont la présence a été constatée dans les alluvions sableuses du ruisseau.

TERTIAIRE. — ÉTAGE YPRESIEN.

Nous n'avons observé dans les échantillons recueillis aucune particularité ou un fait qui mérite d'être rapporté.

L'argile sableuse, à poussière de mica, et l'argile schistoïde sous-jacente, présentent les caractères connus et le

facies ordinaire. Brun chocolat, vers le bas, cette dernière renferme, comme partout, des débris de lignite, quelques rognons de pyrite et les linéoles sableuses dont nous avons été le premier à signaler l'existence à Renaix et ailleurs.

Les silex de la base de l'étage ne paraissent pas avoir été rencontrés ou, plus exactement, comme nous le croyons, n'ont pas été recueillis. Nous avons insisté sur cette omission auprès du propriétaire, sans arriver à obtenir nos apaisements. Etant donné le faible diamètre (¹) du forage, l'instrument a pu d'ailleurs écarter les cailloux et les traverser sans ramener d'échantillon à la surface.

ÉTAGE LANDENIEN.

Le sable glauconifère landenien, qui succède à l'étage précédent, offre des éléments assez gros (grains de quartz miliaires), dans les premiers mètres. Il présente ensuite les caractères ordinaires et la finesse de grain des sables verts boulants de la Flandre.

L'argilite ou tufeau, qui se développe en dessous des sables meubles aquifères, présente les mêmes caractères et le facies que nous avons observés et décrits à l'occasion du forage exécuté par notre confrère et ami M. le baron O. van Ertborn, dans les établissements de MM. Dupont, frères, à Renaix.

C'est dans cette roche, assez cohérente, que le forage a été abandonné à la profondeur absolue de 78 mètres.

PALÉONTOLOGIE.

Pas le moindre fossile n'a été recueilli au cours des travaux. Le propriétaire nous a assuré qu'aucun niveau

(¹) Le diamètre est de 0.06 m.: c'est absolument insuffisant.

fossilifère n'a été rencontré. Malgré une active recherche, nous n'avons pas réussi à découvrir dans nos échantillons le plus petit fragment de têt, la moindre trace de coquille.

Nous ne terminerons pas la rédaction de cette notice sans remercier notre collègue, M. G. Vincent qui a engagé le propriétaire, M. C. Heyse, en quête d'un spécialiste, à s'adresser à nous et à prendre notre avis. Il est à regretter que cet avis ait été sollicité lorsqu'il était trop tard.

28 mars 1891.

LES PUITS ARTESIENS DU HAINAUT OCCIDENTAL.

Sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix, constatée par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Boucart, à Arc-Ainières.

PAR

É. DELVAUX

Comme tous nos confrères nous avons admiré la belle carte géologique de France publiée récemment à l'échelle de $^1/_{1000000}$.

Parmi les progrès réalisés dans ce travail, nous plaçons au premier rang l'idée vraiment scientifique qui consiste à ne plus arrêter, aux frontières politiques du pays le levé géologique, mais à continuer celui-ci sur le territoire voisin, aussi loin que le permettent les dimensions de la carte.

C'est ainsi, pour ne citer qu'un exemple de cette largeur de vues, que nos collègues de France ont étendu, dans la belle œuvre dont il s'agit, leurs observations et poursuivi leurs tracés géologiques jusqu'à la région de Renaix qui a fait l'objet de nos études.

Notre curiosité a été vivement excitée par l'indication sur le document dont il s'agit, d'un îlot cruciforme de calcaire devonien, figuré sur la rive droite de la Rhosne, entre Watripont, Dergneau, l'Arabie et Renaix, repré-

senté comme constituant en ce point le sous-sol et n'étant recouvert que par les dépôts de transport du quaternaire. Notre surprise était d'autant plus grande que les nombreux puits artésiens exécutés à Renaix dans ces dernières années [1], avaient montré le sommet des tranches redressées du silurien à la cote 34,45 sous le niveau de la mer [2]. Sur le terrain primaire, nous avions constaté, dans la ville et aux environs, la présence du terrain secondaire, représenté par plusieurs étages crétacés, dont la puissance variait de 4.98 m. à 10.50 m., enfin l'existence du tertiaire (éocène inférieur), comprenant les étages Landenien et Ypresien. Presque partout, sous la ville et au sud de celle-ci, l'argile ypresienne était atteinte immédiatement sous le dépôt caillouteux, base du quaternaire.

Indépendamment de la solution du problème qu'il allait nous offrir, le forage du puits artésien d'Arc-Ainières nous intéressait déjà à ce titre, qu'il nous

(1) É. Delvaux. *Les puits artésiens de la Flandre. Etude des données fournies à la stratigraphie et à l'hydrographie souterraines par les forages exécutés jusqu'à ce jour dans la région comprise entre la Lys, l'Escaut et la Dendre.* In-8°, Liége, 1883.

Le même. *Deux nouveaux puits artésiens de la Flandre. Addition au mémoire ayant pour objet l'étude, etc.* In-8°. Liége, 1884.

Le même. *Documents sur la position stratigraphique du terrain silurien et des étages tertiaires inférieurs, dans le sous-sol de Flobecq.* In-8°. Liége, 1884.

Le même. *Les puits artésiens de la Flandre. Observations sur un forage exécuté en 1885 par M. le baron O. van Ertborn dans les établissements de MM. Dupont, frères, à Renaix.* In-8°. Liége, 1885.

Le même. *Les puits artésiens de la Flandre. Position stratigraphique du terrain silurien et des assises crétacées établie à l'aide d'un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn dans les établissements de MM. Verlinden, frères, à Renaix.* In-8°. Liége, 1888.

(2) É. Delvaux. *Les puits artésiens de la Flandre. Les cailloux de silex roulés, qui constituent la base de l'étage ypresien sous la ville de Renaix, observés dans un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn dans les établissements de M. Dopchie-Denone.* In-8°. Liége, 1891.

promettait d'éclairer la question de l'extension en profondeur du calcaire carbonifère, que nous soupçonnions devoir s'étendre jusqu'à la rive gauche de la Rhosne, en face de Dergneau. D'après les données que nous avions pu réunir, il venait, en cette limite, reposer et se terminer en biseau sur le silurien redressé de Renaix. Le même forage allait également nous permettre de jeter un premier coup d'œil sur la nature du sous-sol de la partie nord-ouest de la planchette de Frasnes, dont nous avions entrepris depuis longtemps, pour notre compte, le levé géologique, comme le puits de M. Evrard, à Hacquegnies, exécuté en 1881 et celui de la sucrerie de Frasnes, foré en 1887, nous avaient fait connaître le sous-sol de la partie sud de la même feuille.

C'est donc avec la plus vive satisfaction que nous apprîmes la mise à exécution du nouveau forage et nous nous proposions d'en surveiller attentivement les travaux, lorsque la maladie vint nous frapper.

Cependant, grâce au dévouement à la science et à l'amitié de notre collègue M. Dupont, qui nous mit en relations avec le propriétaire, M. Boucart, nous fûmes tenu au courant, presque jour par jour, de l'avancement des travaux et nous reçûmes au fur et à mesure les échantillons qui ont servi à nos déterminations, échantillons dont M. Boucart voulut bien nous faire gracieusement présent.

C'est ainsi que nous pûmes, dès le 15 juin 1889, avant même que le forage fût achevé, annoncer à nos collègues de la Société la découverte du calcaire carbonifère au voisisage de Renaix, les limites de son extension et sa position précise dans la série stratigraphique du sous-sol de la région.

Qu'il nous soit permis de remercier ici, au nom de la science, notre vigilant collègue et ami M. Dupont, ainsi

que le généreux donateur des échantillons, M. le bourgmestre Boucart.

Comme nous le disions dans notre communication préliminaire [1], grâce aux nombreux forages exécutés en ces dernières années dans cette partie de la Flandre, à Renaix, Audenarde, Anseghem, Avelghem, Flobecq, etc., nous avons pu faire connaître d'une manière complète [2] la constitution du sous-sol de la région, avant nous absolument inconnue.

Partout l'absence du calcaire carbonifère, si largement développé et exploité à quelques kilomètres au sud, à l'est, aux environs et dans la ville de Tournai, où il affleure en divers points et atteint la cote d'altitude 27, avait été constatée. Il nous incombait de rechercher, de fixer la limite d'extension vers le Nord de cette importante formation et, avec l'espoir d'y parvenir, nous suivions très attentivement tous les travaux, les ouvrages d'art ou de forage, chaque jour plus nombreux, qui s'exécutent dans la contrée.

L'un de ces derniers, disions-nous, vient de nous offrir enfin la solution du problème : nous nous sommes empressé de la communiquer à nos collègues. Dans la coupe sommaire du puits artésien, alors en voie d'exécution, nous annoncions que les travaux avaient atteint le calcaire carbonifère vers la cote 15 sous le niveau de la mer. On verra par le tableau qui suit, que maintenant nous précisons : c'est à la cote—14,65 que cette importante découverte a été réalisée. Nous ajoutions encore que nous faisions connaître la coupe provisoire pour prendre

(1) É. Delvaux. *Communication préliminaire sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix.* Annales de la Société géologique de Belgique. T. XVI. p. LXX VIII. In-8°. Liége 1889.

(2) Op. cit., p. 6.

date, nous réservant la publication complète et détaillée du forage, lorsque les travaux auraient pris fin. La maladie nous a empêché de remplir plus tôt nos engagements et nous venons aujourd'hui dégager notre parole.

Outre le faible écart signalé plus haut, on trouvera dans ce travail quelques rectifications de détail et certaines additions à la coupe provisoire publiée, dont on appréciera la valeur.

Nous espérions que le forage aurait traversé le calcaire carbonifère, atteint le silurien et établi ainsi les relations de superposition, le contact de ces différents éléments du terrain primaire. Malheureusement, pour des raisons pratiques dans l'appréciation desquelles nous n'avons pas à intervenir, les travaux ont été arrêtés, malgré notre insistance, précisément à l'instant où l'on touchait au but, où l'on tenait la solution scientifique souhaitée, à 3 ou 4 mètres au plus, d'après notre estimation, du plan de contact des deux formations !

Il fallut bien nous résigner à cette déconvenue et nous contenter des résultats acquis : ceux-ci étaient, d'ailleurs, déjà assez beaux.

Une nappe aquifère abondante fournit à la brasserie une eau pure de sable et de bonne qualité. Sa température est de 12° centigrades. Son degré hydrotimétrique est de 26°4. Tout ce qu'il nous reste à dire au point de vue de l'exécution, c'est que le tubage, commencé avec un diamètre de 40 c., s'est terminé avec un diamètre de 20 centimètres. La profondeur absolue du puits atteint 70 mètres.

Voici les résultats de l'analyse chimique, que nous transcrivons intégralement.

Résultats de l'analyse.

Ammoniaque,	pas.
Nitrites,	pas.
Nitrates,	traces.
Chlorures,	peu, 0,0213.
Sulfates,	peu.
Phosphates,	assez bien.
Fer,	traces.
Chaux,	assez bien.
Magnésie,	peu.
Matières organiques,	0,022.
Résidu fixe,	0,395.

Gand, 14 janvier 1890.

(Etait signé) L. Vanden Hulle [1].

[1] Station scientifique. Institut supérieur et Ecole professionnelle de Brasserie. Rue du St-Esprit, 3, Gand.

Puits artésien de la brasserie de M. Boucart,

à Beaureux, hameau d'Arc-Ainières.

FORAGE COMMENCÉ EN AVRIL ET TERMINÉ EN JUILLET 1889
par M. A. CHOCQUET.

(*) Long. est, 160 m.; Lat. nord, 1180 m.; Alt. de l'orifice 45.50.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Quaternaire.	0	Remanié de surface . . .	0.00	0.00	0.00	45.50
	1	Sable limoneux assez fin, avec cailloux de silex roulés à la base	4.00	0.00	4.00	41.50
Y. inférieur.	2	Argile subschistoïde gris bleu, devenant plus foncée, brunâtre vers le bas : facies connu.	35.00	4.00	39.00	6.50
	3	Cailloux de silex noirs et plats	0.00	39.00	39.00	6.50
Landenien.	4	Sable glauconifère à grains réguliers fins, meuble ou fort peu cohérent : facies ordinaire du sable vert (boulant des ouvriers)	6.00	39.00	45.00	0.50
	5	Sable glauconifère cohérent, plus ou moins dur, renfermant des strates argileuses foncées	9.00	45.00	54.00	— 8.50
	6	Calloutis formé de silex jaune brun à l'intérieur, noirs et fortement verdis à l'extérieur ; fragments de silex gris jaune, pyromaque, blanchâtre, noir et brun (*rabot*) ; phtanite noir ; quartz hyalin et quartz verdi ; graviers	0.80	54.00	54.80	— 9.30

(*) Origine des coordonnées géographiques : le clocher de l'église d'Arc-Ainières.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Craie de Maizières.	7	Craie grossière, gris blanc, légèrement jaunâtre, glauconifère (*gris*, des mineurs) avec parties conglomérées, durcies, pétries de spicules de spongiaires; on y observe des fragments de silex brun, très menus, des débris de têts indéterminables (sauf les *Inoceramus*) et quelques lamelles de mica blanc (muscovite), assez grandes	1.20	54.80	56.00	—10.50
Silex de St-Denis.	8	Silex gris foncé, parfois brunâtre (*Rabot*), en fragments plus ou moins volumineux. La surface est tourmentée, celluleuse et les parties géodiques sont remplies de marne glauconifère. Faiblement calcareux, très tenace, le silex renferme des grains de glauconie vert clair, disséminés dans la pâte : il devient plus foncé vers le bas. Ces divers éléments sont pétris de spicules de spongiaires. . .	3.00	56.00	59.00	—13.50
Dièves.	9	Marne bleu verdâtre, avec gros grains de glauconie, fort tendre. On y trouve de petits fragments sub-anguleux, peut-être accidentels, de silex noir. Cette marne renferme *Inoceramus*, sp., et de menus débris de fossiles, dont il sera parlé plus loin	1.00	59.00	60.00	—14.50

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Eléments clastiques.	10	Très menu gravier, composé de grains de quartz hyalin et de quartzite pisaires et subpisaires, plus ou moins arrondis, d'éclats de silex, de petits galets de psammite vert (rares), de débris crétacés, de fragments anguleux de calcaire gris bleu, de calcite blanche et blanc jaunâtre . .	0.15	60.00	60.15	—14.65
Calcaire carbonifère.	11	Calcaire carbonifère gris bleu foncé, grano-compacte, très fétide à la casse, très dur, renfermant de petites lamelles et des rhomboèdres de calcite blanche et blanc gris jaunâtre, des tiges de crinoïdes et des traces de pyrite	4.85	60.15	65.00	—19.50
	12	Calcaire gris bleu, cristallin, moins foncé que le précédent, tendre, également fétide, avec très nombreuses lamelles de calcite blanche et menus débris d'articles de crinoïdes. .	5.00	65.00	70.00	—24.50
		Nappe aquifère.				

OBSERVATIONS.

STRATIGRAPHIE.

TERTIAIRE.

L'argile inférieure ypresienne repose, ici encore, sur un lit de cailloux formé de silex roulés noirs et plats, que l'on trouve à la base de l'étage dans tous les forages bien observés. Nous n'avons pas réussi à connaître la puissance du dépôt dont nous possédons les échantillons; nous croyons qu'elle n'a pas été mesurée.

L'étage landenien n'a offert aucune particularité digne d'être rapportée.

CRÉTACÉ.

La craie glauconifère de Maisières et le silex de St-Denis ont montré les caractères et le facies que nous avons reconnus et décrits dans les forages des puits de MM. Dupont, Verlinden et Dopchie, à Renaix.

Toutefois les silex du *Rabot* n'ont pas présenté, à beaucoup près, le volume, la ténacité, et la résistance au trépan que nous avons signalés dans le compte rendu du forage de MM. Dupont.

Les dièves ne diffèrent pas sensiblement, au point de vue des caractères minéralogiques, des échantillons que nous possédons du puits Verlinden. Les grains de glauconie sont toujours fort gros, réniformes, d'un beau vert, pas altérés. On trouve cependant dans l'échantillon du puits de M. Boucart une plus grande proportion de la marne empâtante: nous attribuons cette particularité à la différence qui existe entre les procédés de forage. Le système qui est la propriété de notre confrère et ami

M. le baron O. van Ertborn est incontestablement supérieur et franchit avec une sécurité parfaite les couches qui offrent des difficultés considérables aux autres sondeurs; mais le procédé, par suite de sa nature même, offre l'inconvénient de désagréger et de délayer complètement certaines roches : les éléments résistants sortent parfaitement intacts, lavés, mais la marne diluée est presque toujours entraînée par les eaux. Nous avons aussi recueilli parmi les échantillons que nous possédons de ce niveau, un certain nombre de petits fragments subanguleux, de silex noir : leur présence à ce niveau nous paraît être le résultat d'un accident.

TERRAIN PRIMAIRE.

Eléments clastiques.

Les éléments clastiques acquièrent parfois, comme chacun sait, une grande importance : ils font connaître les roches qui, aux temps géologiques, affleuraient aux environs du lieu observé.

Etant donné ce fait que le forage avait été arrêté à l'instant où, selon nos calculs, le calcaire carbonifère allait se montrer reposant sur le silurien, il était de la plus haute importance, à défaut de la superposition directement observée, de pouvoir s'assurer, par l'examen des éléments clastiques, de la présence du silurien. L'abondance des débris schisteux démontrait le voisinage immédiat de la roche en place.

Manquent-ils réellement? la rareté des débris de roches siluriennes provient-elle uniquement de ce fait qu'on a négligé de les recueillir? Nous n'oserions prononcer. Toujours est-il que ceux-ci sont fort rares dans notre échantillon. Ceci déclaré, nous n'en continuons pas moins

à rester convaincu de la proximité immédiate du terrain silurien.

Calcaire carbonifère.

Le calcaire carbonifère supérieur, rencontré dans le forage, appartient au calcaire à crinoïdes de l'étage I, de Tournai, de M. Dupont [1]. Il en présente tous les caractères pétrographiques, la ténacité relative, la composition, la coloration et la fétidité. Nous n'avons pas réussi à obtenir de beaux échantillons de calcaire; ceux qui nous ont été remis offrent à peine un quart de centimètre de côté, les fragments qui dépassent un centimètre cube sont fort rares. On comprend combien, dans ces conditions, l'étude pétrographique de ces éléments a manqué de facilités.

Ce premier banc présente une puissance de près de 5 mètres (4.85 m.).

La roche du second banc est plus claire que celle sus-jacente, le calcaire est plus grenu, plus nettement cristallin, beaucoup moins tenace, presque tendre : le trépan l'entamait avec incomparablement plus de facilité, le travail s'accomplissait trois fois plus rapidement. Comme le calcaire du banc supérieur, celui que nous décrivons exhalait, sous le choc du marteau, une odeur fétide, bitumineuse, prononcée.

Le second banc n'a pas été traversé; le trépan y est descendu à la profondeur de 5 mètres.

Nous avons des raisons de croire que la nappe aquifère qui alimente le puits de M. Boucart, ne se trouve pas à la cote d'altitude —24.50, où les travaux ont été

[1] E. Dupont. *Explication de la feuille de Dinant.* Service de la carte géologique du royaume. In-8°, avec coupes et une carte au 1/20000. Bruxelles, 1883.

arrêtés, mais qu'elle a son niveau principal à la cote —19.50, précisément entre les deux bancs de calcaire que nous venons de décrire.

PALÉONTOLOGIE.

TERRAINS TERTIAIRES.

Nous ne possédons pas le moindre fossile des étages tertiaires traversés. On nous a affirmé qu'il n'en avait pas été recueilli à ce niveau.

TERRAIN CRÉTACÉ.

Aucune observation nouvelle n'a été faite, au point de vue paléontologique, dans la craie glauconifère de Maisières et dans les bancs du silex de St-Denis. Tout ce qui se voit ici, dans ces deux étages, a été décrit par nous dans les comptes rendus des précédents forages exécutés à Renaix : nous croyons pouvoir nous permettre d'y renvoyer le lecteur ([1]).

DIÈVES.

Les fossiles ne sont pas bien nombreux ni très variés dans les échantillons qui nous ont été transmis.

Un fragment d'*Ostrea* sp. ?, de nombreux débris d'*Inoceramus*, sp. ? quelques menus restes de poissons, parmi ceux-ci un piquant de forme particulière, que nous n'avons jamais vu représenté nulle part, enfin un petit bloc de matière organique transformée en phosphate de chaux.

[1] Op. cit., p. 6.

Cette petite masse, que nous estimions, au premier coup d'œil, appartenir à un fragment d'os, examinée avec soin, nous a paru fort intéressante et présenter de tout autres caractères. La surface extérieure, rugueuse, mamelonnée, est garnie de petites protubérances arrondies. La surface extérieure et le tissu interne offrent des fentes, des creux, montrent des circonvolutions cérébriformes. Nous croyons avoir affaire et nous estimons que notre fossile n'est autre chose qu'une éponge transformée en phosphate de chaux [1].

CALCAIRE CARBONIFÈRE.

L'exiguité des échantillons recueillis dans les deux bancs de calcaire rencontrés dans le forage d'Arc-Ainières ne nous a permis aucune détermination d'espèce. Tout ce que nous avons pu constater c'est que les articles des tiges de crinoïdes, bien que rarement entiers, sont abondants dans les deux variétés de la roche concassée par le trépan.

CONCLUSIONS.

Une distance de 15 $^1/_2$ kilomètres sépare, en suivant l'un quelconque des méridiens, la latitude de Tournai de celle de la ville de Renaix [2].

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le calcaire carbonifère affleure dans la ville de Tournai en de nombreux points et y atteint la cote d'altitude maxima 27 mètres. Au nord de la ville, dans les faubourgs, le calcaire

[1] M. le professeur J. Gosselet a signalé (*Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines*) la présence d'éponges transformées en phosphate de chaux dans les marnes à *B. plenus* des environs de Bavai.

[2] Mesures prises du centre de chacune de ces deux villes.

affleure; partout, à une faible profondeur, il a été rencontré dans les puits domestiques : c'est généralement à sa surface que l'on arrête le creusement de ces derniers.

Dans la commune de Hacquegnies, le calcaire a été atteint à la cote 10, dans un puits de brasserie dont nous publierons incessamment la coupe.

A Frasnes-lez-Buissenal, le puits de la sucrerie l'a entamé à 9 m. au-dessus du niveau de la mer.

Le dernier point où il ait été rencontré, situé à 11 kilomètres nord de Tournai, est marqué par le forage d'Arc-Ainières que nous venons de décrire. La surface du calcaire a été trouvée à 14,65 mètres sous le niveau de la mer.

Enfin sous la ville de Renaix les tranches redressées du silurien ont été atteintes à —34.50 sous le même niveau.

Nous estimons que l'inclinaison au nord de la surface du calcaire carbonifère est de 3,75 mètres par kilom. à commencer des affleurements de Tournai pour finir au puits d'Arc-Ainières.

Nous n'avons pu, ainsi qu'il ressort des faits, constater directement le contact du calcaire carbonifère sur le terrain silurien. Nous avons des raisons de croire qu'il s'effectue entre Arc et Renaix et que les limites extrêmes du biseau calcaire sont à peu près tracées en profondeur par une ligne qui suivrait le thalweg de la Rhosne. L'avenir montrera si nos déductions sont fondées.

10 Mars 1891.

LES CAILLOUX DE SILEX ROULÉS

Constituant la base de l'étage ypresien sous la ville de Renaix, observés dans un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn, dans l'établissement de M. J. Dopchie-Denone,

PAR

É. DELVAUX.

Bien que le fonçage du puits de MM. Verlinden, frères, ait eu pour résultat de clore la série de nos recherches, en amenant la résolution des dernières inconnues que recélait le sous-sol de la région de Renaix, nous n'avons pas cru devoir laisser s'achever les travaux du puits artésien de M. J. Dopchie-Denone sans suivre, autant qu'il était possible, les progrès de ce forage.

La science ne possède jamais trop de documents, de termes de comparaison et tel détail qui a été mal vu ou saisi incomplètement, qui a passé à peu près inaperçu en un point, par suite de la rapidité des travaux, se manifeste ailleurs et fournit les éléments qui permettent d'en achever l'étude complète.

Ce fait s'est vérifié une fois de plus, confirmant notre manière de voir, et nous engageant à persévérer dans la voie que nous avons adoptée.

Disons d'abord, en ce qui concerne le côté pratique du forage, que l'opération, menée avec une rapidité sans exemple, commencée le 16 février, était terminée avant la fin de mars 1888, c'est-à-dire que les travaux n'avaient pas pris un mois et demi. Les résultats n'ont rien laissé à désirer. L'eau est absolument pure, dépouillée de sable, et le débit suffit amplement aux besoins industriels.

Les assises traversées dans le forage du puits de MM. Verlinden ont été naturellement rencontrées dans le nouveau puits et, comme il arrive souvent, ce qui n'avait pas été parfaitement aperçu, dégagé dans le premier, s'est trouvé, ainsi que nous venons de le dire, heureusement mis en lumière dans le second.

Nous donnerons succinctement, à cette place, le relevé du sondage lui-même, comme document pour ceux qui viendront après nous; la description détaillée ayant été publiée (1) dans la relation du forage exécuté chez MM. Verlinden, frères. Ensuite nous ferons ressortir les faits qui résultent des nouvelles recherches. La série normale des éléments du sous-sol, mise en lumière, est désormais placée en dehors de toute contestation.

(1) É. Delvaux. *Les puits artésiens de la Flandre. Position stratigraphique du système silurien et des assises crétacées, établie à l'aide d'un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn dans les établissements de MM. Verlinden, frères, à Renaix.* In-8°. Liége, 1888.

Puits artésien de la fabrique de M. J. Dopchie-Denone,

rue des Jardins, 328, à Renaix.

FORAGE COMMENCÉ EN FÉVRIER 1888 ET TERMINÉ EN MARS,

par M. le baron O. VAN ERTBORN.

(*) Long. ouest, 130 m.; Lat. sud, 90 m.; cote de l'orifice 37.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
		Remanié, déblais, etc. . .	0.40	0.00	0.40	36.60
Quaternaire.	α	Limon alluvial, sableux, jaunâtre, à éléments fins, pailletés.	7.85	0.40	8.25	28.75
Quaternaire.	β	Cailloux roulés de silex, entiers ou brisés, fragments de grès ferrugineux sub-anguleux, etc.	0.15	8.25	8.40	28.60
Quaternaire.	γ	Sable plus ou moins glauconifère, avec gravier subpisaire, blanc jaunâtre. Ce sable n'appartient, ni à l'étage ypresien, ni à l'étage paniselien. Il nous paraît avoir fait partie de puissantes masses éboulées, descendues du sommet de la colline qui domine la ville. Nous le rangeons sans hésiter dans le quaternaire.	5.20	8.40	13.60	23.40
Y. moyen.	δ	Argile sableuse, gris bleuâtre, très fine, à poussière de mica, offrant les caractères ordinaires et le facies connu.	21.65	13.60	35.25	1.75

(*) Origine des coordonnées géographiques : la tour de la Collégiale de Renaix.

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Ypresien moyen.	δ'	Niveau à grands *septaria* tabulaires (carbonate de fer). La surface de ceux-ci offre le même grain et la coloration que l'on observe dans l'argile sous-jacente. Ces masses volumineuses sont traversées par des joints de stratification sensiblement horizontaux qui apparaissent comme une ligne noirâtre, dont l'épaisseur ne dépasse jamais 1 mm. Nous y avons recueilli de la glauconie fine, du mica blanc et des grains, des cylindres ou fils microscopiques de pyrite.	0.22	35.25	35.47	1.53
Ypresien inférieur.	δ''	Argile schistoïde, tenace, très plastique, bleu violacé, se polissant dans la coupure. Elle devient brunâtre vers le bas, offre le facies et les caractères ordinaires. Nous y avons recueilli un nodule de phosphate de chaux et des rognons de pyrite.	7.73	35.47	43.20	— 6.20
	δ'''	Cailloux de silex roulés, jaune brunâtre à l'intérieur, noirs et plus ou moins plats à l'extérieur : ils forment la base de l'étage. La couche, parfaitement caractérisée ici, nous paraît être en réalité plus épaisse que l'indique le relevé du chef sondeur. Les galets les plus gros atteignent le volume d'un œuf de poule. La				

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Ypresien inférieur.		plupart sont entiers, bien nets et presque luisants, polis; d'autres sont fragmentés et leur surface présente des traces de dépressions, dont il sera parlé plus loin. . . . *Nappe aquifère.*	0.05	43.20	43.25	—6.25
Etage landenien.	ε	Sable glauconifère à grains fins, gris verdâtre, meuble : caractères et facies connus . .	4.55	43.25	47.80	—10.80
	ε′	Argile subschistoïde, plus ou moins sableuse, gris foncé, légèrement verdâtre, avec minces linéoles de sable, et psammites durs	18.55	47.80	66.30	—29.30
	ε″	Cailloutis de silex verdis, irréguliers, profondément corrodés, à forme tourmentée; gravier et sable grossier offrant les caractères et le facies ordinaires à ce dépôt .	0.17	66.30	66.47	—29.47
Craie de Maizières.	ζ	Craie glauconifère de Maisières (*gris* des mineurs) plus ou moins grossière, avec parties durcies et fragments de silex jaune brun, très caractéristiques, renfermant des spicules de spongiaires, des grains de glauconie d'un vert clair vif, etc.	1.13	66.47	67.60	—30.60

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Silex de St-Denis.	η	Silex de St-Denis (*Rabot*), caractères co nus	0.55	67.60	68.15	—31.15
	η'	Silex de St-Denis, plus caverneux que le précédent, géodique. L'un et l'autre offrent les caractères que nous avons observés et décrits en détail dans la notice du puits de MM. Verlinden	1.75	68.15	69.90	—32.90
Fortes Toises.	θ	Les fortes toises sont représentées par des échantillons fort insuffisants, qui rappelleraient et reproduiraient mal cette assise de silex poreux, blanc bleuâtre à l'intérieur, si on ne connaissait les échantillons du forage Verlinden.	0.90	69.90	70.80	—33.80
Dièves.	ι	Nous ne possédons aucun échantillon susceptible d'être rapporté à cette assise. Ne s'étend-elle pas jusqu'ici, se termine-t-elle au sud du puits de MM. Verlinden (où elle n'offrait qu'une faible épaisseur); son biseau n'atteint-il pas le forage de M. Dopchie ou bien, à cause de la rapidité des travaux, les ouvriers n'ont-ils pas recueilli d'échantillon ? Nous inclinerions volontiers vers cette dernière hypothèse . .	0.00	00.00	00.00	—00.00
Tourtia de Mons.		L'échantillon est fort beau. La roche se représente dans les mêmes conditions, offre le même aspect, les caractères et le facies remarquable signalés par nous dans le forage du				

Formations.	Numéros d'ordre des échantillons.	DESCRIPTION DES ROCHES.	ÉPAISSEUR.	PROFONDEUR de	PROFONDEUR à	COTE D'ALTITUDE.
Tourtia de Mons.		puits Verlinden. La continuité de cette couche et son épaisseur presque identique dans les deux forages excluent la possibilité d'une faille, marquée comme on l'avait pensé, par le thalweg du Meulebeek. *Nappe aquifère.*	0.65	70.80	71.45	—34.45
Silurien.	λ	Les éléments clastiques, épars à la surface du silurien, n'ont pas été recueillis . . .	0.00	00.00	00.00	—00.00
	λ'	Deux variétés de roche. Phyllade gris pâle, très fin, tendre, doux, onctueux au toucher, pailleté dans les joints. Psammite dur, gréseux, très micacé, dense, en plaques plus épaisses que celles des phyllades, de forme assez irrégulières; les échantillons sont identiques à ceux provenant du puits de MM. Verlinden, frères	1.96	71.45	73.41	—36.41

OBSERVATIONS.

STRATIGRAPHIE.

Le forage n'a révélé aucun fait nouveau au point de vue de la stratigraphie. Les étages et leurs subdivisions se succèdent dans l'ordre et les conditions prévues. La pente régulière, uniforme vers le Nord, se trouve une fois de plus constatée.

QUATERNAIRE.

Le sable grossier, plus ou moins glauconifère, blanc jaunâtre, avec gravier subpisaire, qui se trouve renseigné dans le tableau des couches sous la lettre γ, n'appartient ni à l'étage ypresien, ni à l'étage paniselien. Il nous paraît avoir fait partie de puissantes masses éboulées, descendues du sommet de la colline qui domine la ville. Nous le rangeons, sans hésiter, dans le quaternaire.

ÉTAGE YPRESIEN.

A part cette observation,nous n'aurions rien à relever sur la succession des différents termes stratigraphiques, si deux faits ne nous semblaient mériter d'être rapportés et de fixer l'attention.

Tous les deux s'observent dans l'étage ypresien.

SEPTARIA.

Le premier a pour objet de faire constater l'existence, dans l'argile sableuse à poussière de mica, de *septaria* volumineux, rappelant les grands *septaria* de l'argile de Boom. Leur présence n'avait point encore été signalée et

c'est la première fois que nous les rencontrons nous-même dans la région.

Nous croyons devoir les décrire avec quelque détail.

Ils se présentent en dalles volumineuses, à contours arrondis, constituant des masses tabulaires de carbonate de fer, épaisses de plus de 20 c. Elles offrent la texture, le grain fin et la coloration grisâtre de l'argile enveloppante. On y observe des joints de stratification, ou fissures, sensiblement horizontales, de 1 millimètre d'épaisseur, d'aspect gris noirâtre. Ces fissures sont remplies d'une poussière de glauconie, formée de grains très fins, non écrasés; cette poussière adhère aux surfaces. Les fissures renferment également des grains et des cylindres déliés, ou fils brillants, de 2 à 3 mm. au plus de longueur, presque microscopiques, de pyrite : ils sont accompagnés de quelques lamelles de mica blanc. Malgré l'existence de ces joints ou fissures, les masses offrent une remarquable cohérence, sont très denses et présentent une ténacité extraordinaire.

On observe à leur surface quelques empreintes de fossiles absolument indéterminables.

CAILLOUX ROULÉS DE LA BASE DE L'ÉTAGE.

Le second fait constaté nous fournit la confirmation définitive de l'existence d'un dépôt que nous avons été le premier à signaler. Nous voulons parler de la nappe de cailloux roulés, noirs et généralement plats, souvent entrevue à la base de l'ypresien, rencontrée dans plusieurs forages, jamais bien observée avant l'achèvement du puits de MM. Dupont, offrant ici un développement tel qu'il met un terme au doute et transforme les énigmatiques cailloux de jadis en une couche type de galets dont la puissance a été constatée. Nous avons réussi à

obtenir un échantillon très complet de ce lit de cailloux, qui nous permet de le décrire et peut-être de jeter un coup d'œil sur l'histoire de ses origines.

Ces silex, à l'intérieur jaune brunâtre, sont noirs à l'extérieur. La plupart sont ovoïdes et légèrement aplatis. Lavés, luisants, polis, ils atteignent parfois le volume d'un œuf de poule; mais, en général, ils sont plus petits, même avellanaires, presque toujours entiers; ceux qui sont fragmentaires nous paraissent avoir été brisés par le trépan. Bien que le carnet du chef sondeur n'attribue que 5 cent. à la puissance de ce lit de cailloux, nous avons des raisons de croire celle-ci plus considérable, entre autres, la quantité de galets de silex retirés et le grand nombre d'échantillons que nous avons reçus.

Nous croyons que ces galets, base de l'étage ypresien, sont dérivés des silex corrodés, verdis de la base du landenien. L'étage landenien offre, comme chacun sait, presque partout à sa base, lorsqu'il est complet, un lit de silex plus ou moins épais. Ceux-ci sont remarquables par leur volume, la coloration jaune brun du silex, la forme contournée, l'aspect corrodé des rognons en général peu roulés, enfin par la teinte noir verdâtre ou vert clair de leur surface : ils sont souvent entiers, parfois brisés.

Or, si l'on prend à cette couche de silex verdis, base de l'étage landenien, quelques échantillons et si on les soumet à une action de ressac telle que la produit le mouvement des vagues de la mer sur certains de ses rivages, on obtiendra, au bout d'un temps assez court, une collection de galets absolument identiques à ceux qui constituent la base de l'étage ypresien.

C'est après une étude comparative des éléments des deux niveaux que nous sommes arrivé à cette conclusion. En effet, les uns et les autres appartiennent exactement à la même variété de silex. L'on peut observer à la

surface usée, adoucie, polie des galets ypresiens des dépressions nombreuses, mais peu apparentes, qui ne représentent autre chose que les derniers vestiges des cavités, des parties corrodées des silex landeniens. Dans la coloration noirâtre des galets ypresiens il n'est pas difficile de retrouver des traces, encore appréciables, de cette teinte spéciale qui a valu aux silex landeniens l'épithète de verdis. Enfin, il n'est pas jusqu'aux empreintes des mêmes fossiles crétacés qui se retrouvent dans les silex des deux étages.

D'un autre côté, nous constatons que les silex roulés ypresiens sont surtout abondants et forment un lit bien développé, précisément dans le voisinage des endroits où les sables landeniens sont fortement atténués et où cet étage est réduit à sa plus simple expression, c'est-à-dire au cailloutis de la base. En raison de tous ces faits, nous sommes autorisé à conclure que nos silex, base de l'ypresien, ont appartenu au landenien et que la mer ypresienne les a repris et remaniés, pour les rouler et les déposer enfin sur son rivage.

CRÉTACÉ.

Dièves.

Dans la série des échantillons de ce forage qui nous ont été remis, nous n'avons rencontré aucune roche susceptible d'être rapportée à cette assise.

Ne s'étend-elle pas jusqu'ici; se termine-t-elle au sud du puits de MM. Verlinden (où elle n'offrait qu'une faible épaisseur); son biseau n'atteint-il pas le forage de M. Dopchie, ou bien, à cause de la rapidité des travaux, les ouvriers n'ont-ils pas recueilli d'échantillon ? Nous inclinerions volontiers vers cette dernière hypothèse.

TOURTIA DE MONS.

La roche se présente dans les mêmes conditions, offre le même aspect, les caractères et le facies remarquable signalés par nous dans la notice sur le forage du puits de MM. Verlinden.

La continuité de cette couche et son épaisseur, presque identique dans les deux puits, excluent la possibilité d'une faille passant, comme on l'avait pensé, par le thalweg du Meulebeek.

SILURIEN.

Éléments clastiques.

Les éléments clastiques, épars à la surface des tranches redressées du silurien, n'ont pas été recueillis. Nous le regrettons d'autant plus vivement que la variété des éléments qui entrent d'ordinaire dans la composition de ce dépôt de transport, n'est pas sans offrir au stratigraphe des renseignements précieux sur les roches qui se trouvaient à découvert, aux alentours, à cette époque géologique reculée.

PALÉONTOLOGIE.

Quaternaire et étages tertiaires.

Aucun élément paléontologique n'a été rencontré, à ce qu'il semble, dans la partie supérieure de notre forage. D'ailleurs l'étage ypresien n'a guère l'habitude de gâter les géologues; il garde parcimonieusement ses fossiles.

TERRAIN CRÉTACÉ.

Tourtia de Mons.

Nous avons découvert un fragment indéterminable de valve d'une grande térébratule, égaré dans les échantillons du silurien.

Ce fragment était encore enveloppé de la gangue du niveau où il se trouvait *in situ*. Les éléments de cette gangue, étudiés avec soin, nous ont permis de reconnaître le niveau fossilifère de la marne à *Pecten asper*, dont l'existence a été constatée, également par nous, dans le puits de MM. Verlinden, frères. Il est à présumer que cette assise, avec son niveau fossilifère, se continue au sud et dépasse, dans cette direction, le territoire de Renaix. Nous espérons la rencontrer dans le forage du puits de M. Battaille, actuellement en voie d'exécution [1].

En terminant cette notice succincte, nous éprouvons le besoin de remercier cordialement notre confrère et ami M. le baron O. van Ertborn, qui a mis, avec une inépuisable complaisance, tous les renseignements à notre disposition et qui nous a généreusement fait don des échantillons de ce forage.

[1] Nos prévisions se sont réalisées. Le forage du puits de MM. Battaille et Dessel a traversé la même assise, toujours fossilifère.

(*Note ajoutée pendant l'impression.*)

SUR LA SIGNIFICATION

DES

CONGLOMÉRATS A NOYAUX SCHISTEUX

DES PSAMMITES DU CONDROZ

PAR

Max. LOHEST.

La présence de noyaux schisteux dans les grès ainsi que les conglomérats à noyaux de schiste ne sont pas rares à la partie inférieure de l'assise d'Evieux.

Au niveau des schistes à végétaux, on observe souvent des fragments de schistes intercalés dans les grès. D'ordinaire, ces fragments sont répartis à la partie supérieure d'un banc de grès où ils forment parfois une couche de un à deux centimètres d'épaisseur.

Souvent des fragments de schiste vert, réunis en masse plus considérable dans une pâte argileuse ou sableuse, forment un conglomérat qui peut atteindre 60 centimètres d'épaisseur.

L'épaisseur de ces conglomérats est toujours très variable. Leur situation stratigraphique est intéressante. Ils paraissent raviner les couches sous-jacentes. La surface des grès sur lesquels ils reposent est mamelonnée. Cette allure discordante est suffisamment indiquée dans

les deux coupes figurées ci-après. La première fig. 1 a été prise à Chèvremont dans la carrière visitée par les membres de la Société lors de l'excursion de 1883, la seconde fig. 2 à peu près identique a été notée à la carrière de Froide Vaux près de Dinant, lors d'une excursion où j'accompagnais MM. G. Dewalque et Fraipont.

Fig. 1.

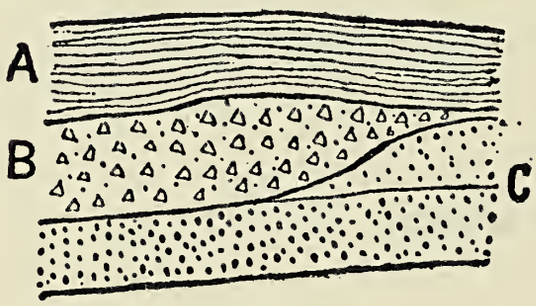
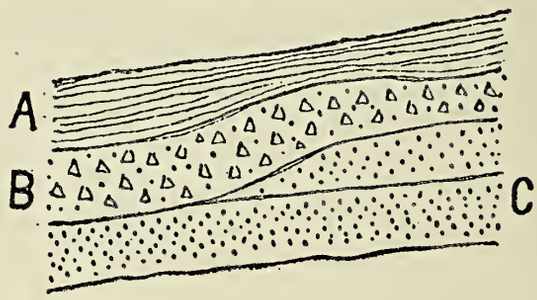


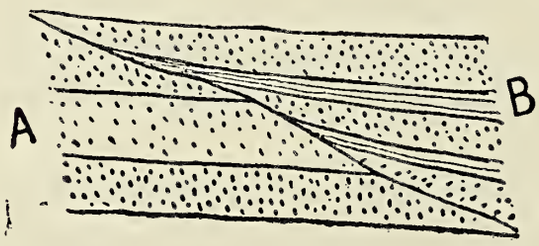
Fig. 2.



A. Schiste vert.
B. Conglomérat à noyaux schisteux.
C. Grès.

Quelquefois cependant, au niveau des schistes à végétaux, les conglomérats semblent faire défaut, mais il n'est pas rare d'observer alors de véritables ravinements éveillant l'idée d'une discordance de stratification.

C'est ainsi que dans la carrière d'Evieux on observe sur une vingtaine de mètres la coupe suivante :



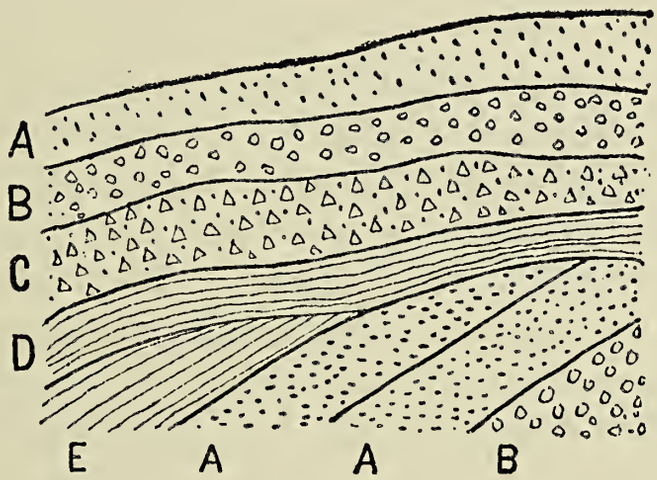
A. Grès.
B. Schistes très foncés et psammites.

Malheureusement cette coupe est inabordable et ne peut être étudiée en détail.

Un fait également intéressant est la présence des

végétaux et des poissons fossiles au niveau de ces conglomérats ou de ces ravinements. A Strud, un conglomérat à noyaux schisteux a fourni de nombreux débris d'*Holoptychius* et de *Glyptolepis*. Ces fossiles se rencontrent également dans une roche analogue à Angleur, à Fraiture (Comblain) et à Esneux (rive gauche). Quant aux débris de végétaux, il est assez rare d'en rencontrer à l'intérieur des conglomérats, mais les schistes immédiatement voisins en contiennent en abondance.

Ce fait ne se vérifierait pas seulement pour les psammites du Condroz, mais également pour le devonien inférieur, si j'en juge par la coupe suivante dessinée à la carrière du Bois Colette à Wepion, lors d'une excursion faite en compagnie de M. Stainier.



A. Grès vert.
B. Poudingue.
C. Conglomérat à noyaux schisteux.
D. Schistes verts avec de nombreuses empreintes végétales.
E. Schiste vert.
F. Grès vert.
G. Poudingue.

Quelle est la signification à donner à ces conglomérats? M. Dewalque, avec qui je les ai examinés, est porté à croire que l'action irrégulière des vagues ou celle des

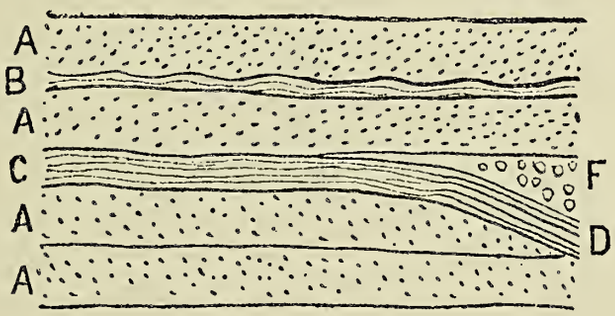
courants peut expliquer la formation des conglomérats et les discordances locales que nous avons constatées. Il est toutefois assez intéressant de noter que ces accidents stratigraphiques sont d'ordinaire associés à une abondance exceptionnelle de végétaux dans les roches voisines, ainsi qu'à la présence de poissons fossiles. On sait que les *Holoptychius*, très rares dans l'assise de Montfort, deviennent subitement abondants dans l'assise d'Evieux, où souvent, au niveau des schistes à végétaux, un lit de quelques centimètres en renferme des restes en quantité considérable.

En même temps que les *Holoptychius*, certains végétaux tels que les *Palœpteris* deviennent également abondants dans les schistes. On peut donc conclure qu'à cette époque du commencement de l'assise d'Evieux il s'est produit en un même point d'importantes variations du milieu d'existence. Si de telles variations ont eu lieu, il est possible qu'on puisse en retrouver les traces dans la stratigraphie des roches de l'époque. J'ai été antérieurement porté à admettre, en ce qui concerne les psammites du Condroz, qu'un régime marin avait été suivi d'un régime d'eau douce. Les conglomérats et les discordances fréquentes dans la partie inférieure de l'assise d'Evieux pourraient bien être des indices de ce changement de régime. Il faudrait toutefois pour s'assurer de ce fait, multiplier les observations nécessairement incomplètes étant donné le peu d'étendue des tranchées ou des carrières ouvertes précisément aux endroits favorables.

Quoi qu'il en soit, je pense qu'il est intéressant de noter que ces associations de ravinements, de conglomérats, de végétaux et de plantes, se rencontrent également dans d'autres terrains que dans notre dévonien.

Dans un important travail de M. Smith Woodward [1] sur les poissons fossiles du Trias de Gosford, je trouve les renseignements suivants, fournis par M. T. W. Edgeworth David, sur la position de la couche fossilifère.

Le lit à poissons gît à la partie supérieure d'un groupe de psammites alternant avec des schistes verts et rouges. Les psammites sont couverts de *ripple-marks* et les lits schisteux intercalés contiennent de nombreux restes de plantes. Sur ce lit à poissons, reposent des psammites avec lits de graviers et une bande de cailloux recouvre immédiatement la couche fossilifère. La ligne de jonction entre le lit à poissons et les couches supérieures est caractérisée par une légère érosion.



A. Bande lenticulaire de cailloux.
B. Schistes fossilifères.
C. Psammites schistoïdes. (Laminated clayed sandstones.)
D. Grès et poudingue.
E. Grès.

[1] The fossil fishes of the Hawkesbury series at Gosford, pp. VIII et IX, pl. B. Memoirs of the geological survey of New South Wales, Paleontology nº 4.

LES TERRAINS TERTIAIRES SUPÉRIEURS

DU BASSIN DE LA MÉDITERRANÉE

PAR

Charles De STEFANI.

INTRODUCTION.

Il y a près de vingt ans que j'étudie la paléontologie et la stratigraphie des terrains tertiaires supérieurs. Je les ai observés, non seulement en Italie, mais ailleurs, dans de fréquents voyages. Mes excursions à l'étranger ne m'ont pas donné la prétention d'avoir fait la moindre découverte originale, mais elles m'ont permis de comparer les observations des différents auteurs et de me faire une idée raisonnée des opinions préférables.

Je ne crois aucunement avoir résolu les nombreux et difficiles problèmes qui se rattachent à l'étude des terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée; pourtant j'espère que mes observations ne seront pas tout à fait inutiles.

Pour donner plus de publicité à mon travail, je vais le publier dans une langue qui n'est pas la mienne, grâce au concours aimable de M. le professeur G. Dewalque, auquel je ne pourrai jamais suffisamment montrer ma gratitude.

CHAPITRE PREMIER.

MIOCÈNE MOYEN.

Il est incontestable que la lithologie ne donne pas de critérium suffisant pour la distinction chronologique des terrains; tout au plus donne-t-elle des indices dignes d'attention sur la distribution bathymétrique des couches. Ces indications sont données, au contraire, avec exactitude par la paléontologie. Naturellement, pour évaluer correctement les données paléontologiques, il faut partir de la considération des mers actuelles.

Distribution bathymétrique des espèces.—Les biologistes, surtout les malacologues, se sont occupés beaucoup, dans ces derniers temps, de la distribution bathymétrique des animaux dans les mers. Tous les savants sont tombés d'accord sur la nécessité de distinguer plusieurs zones d'habitation, selon les profondeurs, et tous ont constaté les différences considérables qui s'observent généralement entre les habitants des différentes zones, principalement entre les animaux qui, dans les derniers temps de leur vie, ne possèdent tout au plus que de faibles moyens de déplacement. Néanmoins, quand il s'agit de fixer les limites de chaque zone, le désaccord est très grand; mais cela ne nous intéresse pas beaucoup, parce qu'il nous suffira de choisir l'une ou l'autre des opinions proposées et de la suivre constamment.

Nous suivrons les distinctions proposées par Forbes, et acceptées par Jeffreys, qui a fourni les matériaux les plus importants pour l'étude de la question, par Fischer, par Marion et par le marquis de Monterosato, qui est peut-être un des meilleurs connaisseurs de la faune malacologique méditerranéenne vivante ([1]), de l'étude de laquelle on ne doit pas s'éloigner lorsqu'on examine les faunes tertiaires de la même région.

Ces auteurs distinguent la zone *littorale* ou *côtière*, comprise entre les limites du balancement des marées; la zone des *laminaires*, en y comprenant la zone des *corallines* et des *nullipores*, que quelques-uns séparent; la zone *coralligène*, ou des coraux isolés et des brachiopodes, et la zone *abyssale*, c'est-à-dire des plus grandes profondeurs. Les trois premières zones sont suffisamment bien déterminées, spécialement la seconde, dont la limite inférieure s'accorde avec la limite de la végétation marine, c'est-à-dire avec le dernier point où arrive la puissance de la lumière productrice de la chlorophylle.

On ne peut pas en dire autant de la dernière zone, qui comprend une hauteur beaucoup trop considérable et qui, selon les dernières études, devrait être partagée en un nombre de sous-zones considérables. Mais cela ne nous intéresse pas beaucoup pour le moment, car cette grande zone est très faiblement et partiellement représentée dans les terrains tertiaires supérieurs de la Méditerranée.

([1]) Forbes. Report of Ægean Invertebrata, 1884.

Gwyn Jeffreys. *Proceedings of the zool. soc. of London*, 1878-1884.

P. Fischer. Manuel de Conchyliologie. Paris, Savy; p. 179.

Marion. Considérations sur les faunes profondes de la Méditerranée (*Annales du Musée de Marseille*, t. I, 1883).

T. A. di Monterosato. Nuova rivista delle conchiglie mediterranee (*Atti Acc. Palermitana sc. let. ed arti*, s. II, vol. V, 1875).

Malheureusement, quoique bien des géologues et des paléontologistes aient reconnu théoriquement toute l'opportunité et la valeur de telles distinctions, en pratique ils ne les ont pas toujours convenablement appliquées, et l'on a vu des savants de renom tomber dans des erreurs singulières.

Certainement de telles distinctions, tirées des faunes actuelles et des circonstances que nous pouvons vérifier nous-mêmes sous nos yeux, ne peuvent être appliquées directement qu'aux terrains tertiaires les plus récents, qui ont une faune identique ou très peu différente des faunes vivantes; cependant, avec prudence et par induction, on peut remonter de proche en proche aux faunes plus anciennes, susceptibles, de cette manière, d'une revision qu'autrement on ne pourrait pas faire.

Parmi les faunes vivantes, je ne connais que celle de la Méditerranée dont M. de Monterosato ait essayé d'indiquer en entier la distribution bathymétrique (1): c'est en même temps une des faunes les mieux connues. En la prenant pour guide, et en consultant les espèces originales quand il était nécessaire, je me suis proposé autrefois, avec M. Pantanelli, de distinguer dans les terrains pliocènes si variés des environs de Sienne, chaque espèce fossile identique ou analogue à une autre vivante et chaque zone habitée par chaque espèce (2); et je pus constater l'accord général de la distribution bathy-

(1) Nuova Rivista delle conchiglie mediterranee (*Atti Acc. Palermitana di sc. lett.* vol. V. 1875). Il n'a pas répété les indications dans la 2e édition, plus complète : Enumerazione e sinonimia delle conchiglie mediterranee (*Giorn. di Sc. nat. éd. ec.* vol. XIII, Palermo, 1878).

(2) C. De Stefani. Molluschi continentali fino ad ora notati in Italia nei terreni pliocenici ed ordinamento di questi ultimi (*Atti. Soc. tosc. sc. nat.* Pisa, 1876-84) p. 6 et suiv.

C. De Stefani e D. Pantanelli. Molluschi pliocenici dei dintorni di Siena (*Bullett. Soc. malacolog. it.*, vol. IV, 1878).

métrique dans le pliocène et dans les mers actuelles et la séparation biologique absolue d'une zone à l'autre, à un degré que les auteurs précédents n'avaient pas soupçonné. Sous bien des rapports, une étude sur la distribution des productions vivantes selon les profondeurs dans les mers des âges passés est plus concluante qu'une étude sur les mers actuelles, parce que, dans les terrains anciens, après avoir vaincu quelques difficultés qu'un géologue attentif, particulièrement s'il s'agit de terrains néogènes, doit surmonter, nous pouvons passer en revue tout le fond de la mer, ou pour mieux dire, plusieurs fonds de mer, tandis que, dans les mers d'aujourd'hui, il faut se borner à examiner les dépôts côtiers et les débris, d'autant plus rares que la profondeur augmente, apportés par les dragages.

Dans le pliocène Siennois, entre les zones *littorale, des laminaires, coralligène, abyssale*, il n'y a pas d'espèces absolument semblables [1]. La même chose doit se vérifier dans les mers actuelles et dans les terrains plus anciens. Anciennement, les géologues et les paléontologistes admettaient comme point de départ qu'une différence complète et absolue des fossiles indique une différence absolue d'âge; c'est pour cela que, même à présent, on distingue ordinairement dans les terrains autant d'âges différents et supposés successifs qu'il y a de faunes. Au contraire, pour bien préciser la chronologie relative d'un terrain et d'une faune, il ne faudrait la comparer qu'avec les faunes *isomésiques* et *isotypiques* [2], c'est-à-dire ayant vécu dans des cir-

(1) C. De Stefani. Descrizione degli strati pliocenici dei dintorni di Siena (*Boll. Com. geol.*, 1877, p. 266). La *Nassa semistriata* Broc., de la zone coralligène, n'est pas commune à la zone littorale, où elle est remplacée par la *N. Olivii* Bell. ou *ecostata* De S. et Pant.

(2) E. Mojsisovicz von Mojsvar, Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien, Wien, 1879, p. 7.

constances identiques, dans des terrains plus anciens ou plus récents : une faune peut succéder, avec une différence d'âge presqu'insensible, à une autre faune *hétéromésique* extrêmement différente, et il peut même arriver que la faune inférieure ait plus d'analogie avec les faunes vivantes et l'apparence d'un âge plus jeune que les faunes supérieures. C'est ce qui arrive souvent dans les faunes saumâtres, qui sont les plus variables.

En suivant donc l'exemple de MM. G. Jeffreys, Seguenza, Fischer, Fontannes, Tournouër, Pantanelli, Welsch, Fuchs, etc., et après avoir étudié les faunes méditerranéennes, vivantes et pliocènes, je vais essayer d'appliquer les mêmes distinctions de zones aux couches miocènes méditerranéennes. Mais avant d'aborder la question, je dirai encore deux mots de certaines variations des faunes littorales saumâtres.

Distribution des espèces littorales selon le degré de salure des eaux.—Par eau saumâtre en entend vulgairement de l'eau douce plus ou moins mêlée à l'eau de la mer et ordinairement plus douce que salée. Pourtant, au point de vue de la géographie et de la biologie, les eaux saumâtres peuvent résulter de circonstances très variables et très compliquées. Le degré de salure, en effet, est souvent excessivement variable, ce qui n'est pas sans grande influence sur les habitants, plantes et animaux, de même que sur les conséquences géologiques. Chaque différent degré de salure et chaque différente limite de variabilité dans la quantité du sel peuvent favoriser ou combattre l'introduction d'organismes spéciaux, et si l'on pouvait connaître parfaitement les conditions biologiques de toutes les espèces littorales actuelles, un ensemble de peu d'espèces pourrait nous dévoiler avec exactitude le degré de salure de leurs eaux.

Aux embouchures des fleuves dans la mer, dans les estuaires et dans les marais communiquant amplement avec la mer, la salure peut varier d'un *minimum* d'eau presque tout à fait douce à un *maximum*, qui ne sera jamais surpassé, d'eau marine à salure ordinaire. Ces estuaires ont leurs habitants spéciaux, dont il sera traité dans le chapitre suivant. D'autres marais et d'autres bassins littoraux, pourvus de communications très bornées avec la mer, d'un côté, avec des affluents d'eaux douces continuels ou périodiques, de l'autre, sont sujets à des oscillations bien plus grandes dans le degré de salure : assez doux, bien que non complètement, pendant certaines saisons de l'année, si l'eau douce qui y arrive est surabondante, ils peuvent à leur tour, devenir plus salés que la mer, quand les eaux douces cessent d'affluer et que l'évaporation est supérieure même à l'afflux de la mer, et donner lieu à des salines, à des marais salants, ou même se dessécher en tout ou en partie. Les habitants de ces eaux, sujets à un genre de vie si particulier, doivent avoir, à un degré bien haut, l'aptitude de s'adapter aux circonstances les plus variées. En effet, la faune et la flore de telles eaux sont des plus singulières. Naturellement leurs rapports les plus intimes sont avec la faune et la flore des eaux franchement saumâtres, parce qu'un être habitué à un degré de salure aussi invariable que celui de la mer, ne peut s'adapter à des degrés différents ; mais un animal ou une plante qui s'adapte en même temps à l'eau marine et à l'eau un peu douce a une bien plus grande chance de vivre aussi dans une eau plus salée que celle de l'océan. Cette dernière circonstance si simple explique le fait, apparemment si étrange, mais si général, que les faunes des eaux plus salées que la mer se rapprochent précisément bien plus de celles des eaux saumâtres et des eaux douces que de

celles des eaux marines normales; mais nous reviendrons plus tard, et avec bien des exemples, sur cet intéressant sujet.

Italie. — Maintenant, je vais commencer l'examen des terrains miocènes par l'Italie, qui m'est le mieux connue. Naturellement, je ne ferai pas une longue revue analytique de la stratigraphie et de la paléontologie de chaque pays; mais je me bornerai à indiquer les études antérieures, les observations et les catalogues des fossiles déjà publiés, et les derniers résultats des études qu'on a faites.

Les couches continentales, avec nombre de fossiles terrestres et d'eau douce, très fréquentes dans le miocène inférieur de l'Italie, attestent que, pendant cette période, l'Italie se trouvait très exhaussée au-dessus du niveau de la mer. A cet exhaussement succéda une période d'affaissement, pendant laquelle se déposa le miocène moyen, non sans qu'il subsistât toujours des îles et des terres dont dérivaient les débris qui formaient les nouvelles couches.

Par conséquent, l'on peut s'attendre à ce que les terrains du miocène moyen soient très variés au point de vue de la paléontologie et de la lithologie; en effet, il ne manque peut-être que des dépôts des plus grandes profondeurs, comparables à ceux de l'éocène supérieur de la même région.

Le dit terrain environne de toutes parts les Alpes Maritimes, particulièrement du côté du Nord, et l'Apennin; sa continuité n'est interrompue que sur les bords de la mer Tyrrhénéenne entre les environs de Finale [1]

[1] A. Issel. La pietra di Finale nella Riviera Ligure (*Boll. Com. geol. d'Italia*, 1885-1886).

et les Monts de Livourne (1). Entre les Romagnes et la Toscane, il recouvre les sommets de la montagne, arrivant à plus de 1500 mètres de hauteur. Quand il se déposait, l'Apennin et les Alpes Maritimes n'étaient donc qu'un archipel de petites îles à pentes abruptes qui descendaient à la mer, sauf dans les Maremmes toscanes, atteignant rapidement une profondeur assez considérable. C'est ce qui explique la rareté des dépôts tout à fait littoraux et de bas-fond et l'étendue des assises côtières, mais non proprement adhérentes au littoral.

A la même cause est dû le manque de grands vertébrés terrestres, comparables à ceux du miocène supérieur et du pliocène, excepté ceux qu'on rencontre dans les couches marécageuses et d'eau saumâtre (*Hippopotamus*, *Sus*, *Enhydriodon*, *Crocodilus*), et qui vécurent sur les lieux mêmes où ils furent ensevelis après leur mort

Les dépôts les plus côtiers sont des argiles, des marnes, des conglomérats, abondamment pourvus de lignite, avec vertébrés et autres fossiles terrestres. Ils se formaient dans les lagunes et les marais saumâtres, séparés de la mer par des dunes et des barrières de sable côtoyant les terres émergées. On les trouve entre le Savio et le Foglia, sur le versant adriatique, dans les maremmes toscanes, où ils sont très étendus et contiennent les couches lignitifères les plus riches de l'Italie, dans le Capo Vaticano en Calabre (2), etc.

(1) G. Capellini. Il calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a congerie di Livorno (*Mem. R. Acc. dei Lincei*, 1878). — Gli strati a congerie e la formazione gessoso-solfifera nella provincia di Pisa e nei dintorni di Livorno (*Mem. Acc. Lincei*, 1880). La formazione gessosa di Castellina Maritima e i suoi fossili (*Mem. Acc. Sc. di Bologna*, 1874), etc , etc.

(2) C. Forsyth Major. La faune des vertébrés de Monte Bamboli (*Atti Soc. it. sc. nat.*, 1873).

K. A. Weithofer, Alcune osservazioni sulla fauna delle lignite di Casteani e di Monte Bamboli (*Boll. Com. geol.*, 1888).

G. Seguenza. Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (*Mem. Acc. Lincei*, S. 3, vol. VI, 1880). etc., etc.

Voici le catalogue des fossiles vertébrés et invertébrés de Casteani et de Monte Bamboli, étudiés par Meneghini, Major, Gervais, Weithofer, Portis, Pomel, etc. *Anas lignitifila* Salv., *Sus choeroides* Pomel, *Antilope gracillima* Weith., *A. Haupti* Major (Casteani) *Enhydriodon Campanii* Mgh, *Oreopithecus Bambolii* Gerv., *Hyaenarctos anthracitis* Weith., *Mustela Majori* Weith., *Melania Escheri* Mér., *Uniocardium Meneghinii* Cap., *U. cypricardioïdes* Cap., *Adachna Hoernesi* Pant.

Les mollusques qui habitaient sur place étaient principalement *Dreissensiæ*, *Adachnæ*, *Potamides*, et constituaient un ensemble dépourvu d'analogie dans les terrains, soit plus anciens, soit plus récents, hors de la Méditerranée, mais se rapprochant très bien des faunes des estuaires ou marais littoraux, à eau parfois plus douce, parfois plus salée que la mer, par exemple aux marais de la Goulette, en Tunisie, et de Tarente, et à l'étang d'Orbetello, avant les derniers travaux. Les *Melanopsis*, comme d'habitude, et la *Melania Escheri* Mér. (1) devaient vivre dans les mêmes circonstances. Probablement ces marais littoraux devenaient plus salés que la mer pendant une partie de l'année, par un excès de l'évaporation sur l'arrivée des eaux douces. Cette supposition serait en accord avec l'existence des couches salifères et gypseuses de cet âge du Val di Cecina, en Toscane, que nous devons séparer des gisements gypseux de l'étage suivant.

Les salines de Lungro, en Calabre, sont probablement aussi du même âge.

Dans les maremmes, où ces assises prévalent sur toutes les autres, le sol est entrecoupé de collines et de buttes de

(1) La *Melania Escheri* rappelle beaucoup la *M. Wyomingensis* Wh. du Laramie et les *Goniobasis* de l'éocène américain. Peut-être ces formes proviennent-elles d'un ancêtre commun.

roches prétertiaires, isolées au milieu de terrains tertiaires supérieurs. Ces accidents et ces reliefs du sol devaient exister jusque dans le miocène moyen et s'étendaient probablement du côté de la mer Tyrrhénienne actuelle, bien que les dénudations successives aient détruit la plus grande partie des îles et des buttes de ce temps-là.

Conséquemment, un sol si accidenté, qui correspond à peu près à l'ancienne *Chaîne métallifère* de Paul Savi, devait facilement renfermer les prairies marécageuses, les étangs, les lagunes, les salines où se déposaient les assises sus-indiquées. Tout autour, au loin, dominaient les couches de mer plus profonde.

Dans la série des couches subapennines, ceci est le premier des étages à *congéries*, que nous rencontrerons aussi ailleurs en Europe; par sa position stratigraphique et par ses fossiles il est très différent des couches à congéries des étages suivants.

Nous trouvons des couches à fossiles saumâtres (*Potamides*, *Melania*, *Melanopsis*, etc.) en plusieurs autres endroits, à Sant' Agata près de Tortone, à Sivizzano-di-Traversetolo, à Monte-Gibio, au Capo-Vaticano, etc. [1]; mais elles sont très limitées et intercalées dans des couches tout à fait marines, littorales ou coralligènes. M. Mayer, comme on le dira plus tard, suppose que les dites couches, dont il fait le type de son *messinien inférieur*, sont les plus jeunes du miocène ancien.

Faune littorale marine. — La faune littorale franchement marine n'est que faiblement représentée, à la différence des faunes pliocènes analogues.

C'est une conséquence probable des dénudations suc-

[1] Les fossiles de ces couches à S. Agata sont *Potamides pictum* Bast., *P. rubiginosum* Eich., *P. plicatum* Eich., *P. colligens* Sacco, *Melanopsis impressa* Kr., *M. pedemontana* Sacco, *M. Matheroni* May.

cessives; mais à son tour, la rareté de cette faune comparée à la faune littorale saumâtre provient, ainsi que je l'ai dit, de la circonstance qu'un marais littoral peut s'éloigner considérablement du rivage qu'il entoure, tandis que le long d'une plage et d'une berge montagneuse peu étendue, comme l'était l'Apennin, qui descend rapidement au niveau de la mer, la faune marine tout à fait littorale ne peut occuper qu'un espace très limité. Un des meilleurs et en même temps des plus riches représentants de la faune littorale, c'est la faune, constituée en grande partie de gastropodes, des conglomérats serpentineux de Superga ou colline de Turin (1), que les géologues autrichiens placent dans l'horizon de Grund et que d'autres rattachent à l'étage *helvétien* le mieux caractérisé, à son sous-étage inférieur, appelé par C. Mayer *Grundin* (2). M. Mayer suppose que la faune réellement si différente de la faune coralligène ou tortonienne appartient à une zone profonde et non littorale ; mais la comparaison avec les faunes pliocènes et vivantes nous persuade du contraire et nous fait voir en même temps que, ainsi que dans le pliocène et dans la Méditerranée actuelle, il n'y a presque pas d'espèces qui se répètent dans les autres zones bathymétriques contemporaines, par exemple, dans les argiles et dans les sables de Sant' Agata et de Stazzano près de Tortone.

Si l'on devait paralléliser les terrains seulement par l'identité ou le rapprochement des faunes, au lieu d'admettre, avec M. Mayer, que la faune de Superga est à

(1) G. Michelotti. Description des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale (*Mém. Soc. holl. des Sc. Harlem*, 1847).

L. Bellardi. I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria (*Mem. Acc. Sc. Torino*, 1872, 1877, 1881 et suivants) etc., etc.

(2) C. Mayer. Classification des terrains tertiaires conforme à l'équivalence des périhélies et des étages, 1884.

peine plus âgée que celle de S. Agata ou du *Tortonien*, il faudrait lui donner un âge bien plus ancien. En effet, il n'y a pas d'espèces communes. Au contraire, si l'on reconnaît que les différences bathymétriques peuvent se reproduire dans les terrains des temps passés et qu'entre des terrains tout à fait contemporains il peut exister une différence absolue et totale d'espèces, il faut en tirer la conclusion que, pour se former une idée correcte de la place chronologique d'une faune, il est nécessaire de la comparer avec les faunes plus anciennes ou plus récentes de la même zone, et l'on peut admettre sans difficulté, comme nous le verrons sous peu, que les faunes de Superga et de S. Agata sont contemporaines.

Faune laminarienne. — Très étendue, comme on pouvait s'y attendre, sinon très riche en espèces, est la zone des *laminaires* qui succède immédiatement à la *littorale*, et s'étend de 20 à 200 mètres de profondeur [1]. Les matériaux de cette zone sont des conglomérats grossiers et des graviers, des sables, des calcaires constitués par des organismes macroscopiques, parfois argileux et marneux.

Paléontologiquement, on doit y distinguer des algues calcarifères (*Nulliporae, Dactyloporidae*) qui attestent à l'évidence le peu de profondeur des dépôts; de gros bryozoaires, particulièrement *Celleporae;* des crinoïdes, qui remplissent quelquefois entièrement les assises; des

[1] Issel, Capellini, Seguenza. *Loc. cit.*

E. Mariani. Descrizione dei terreni miocenici fra la Scrivia e la Staffora (*Boll. sc. geol. it.* v. V, 1887).

T. Fuchs. Ueber die miocaenen Pecten-Arten aus den nördlichen Apenninen in der Sammlung des Herrn Dr. A. Manzoni. (*Verh. d. geol. Reichsanst.*, 1881.)

F. Fuchs. Sui membri delle formazioni terziarie nel versante settentrionale dell' Appennino fra Ancona e Bologna. (*Boll. R. Com. geol.*, 1875), traduction de A. Manzoni.

De Stefani. Jejo, Montalto e CapoVaticano (*Mem. Acc. Lincei*, 1884) etc., etc.

coraux constructeurs (*Astraea, Cyphastraea, Porites*, etc.); des foraminifères littoraux (*Amphistegina, Rotalia*); des dents de requins et d'autres poissons; des mollusques herbivores et surtout des lamellibranches. Les *Pecten* sont si nombreux et si variés qu'ils donnent presque le cachet à la zone (*P. latissimus, P. scabrellus, P. aduncus, P. Besseri, P. etruscus*, etc., etc.). Selon l'abondance d'une classe ou de l'autre, les calcaires acquièrent des caractères un peu différents, de sorte qu'il y a des calcaires à crinoïdes (Montagna-Reggiana, vallée du Tibre, vallée de l'Arno, Pescia-Fiorentina); des calcaires à coraux (Calabres, montagnes de Livourne et de la Castellina); des calcaires à *Cellepora* ou à bryozoaires (Marches, Romagne); des calcaires jaunâtres à foraminifères du type du calcaire de la Leitha, appelés par quelqu'un *calcaires de Rosignano* (Ligurie, Montagnes de Livourne). Dans les monts de Livourne se trouvent aussi des lits de marnes blanches, criblées d'empreintes du passage de vers et d'oiseaux et des marnes à diatomées, insectes, phyllites et poissons côtiers.

Cette zone est connue par plusieurs géologues et indiquée par M. Mayer comme étage *Helvétien*. Pareto l'appelait *Serravallien ;* Fuchs et autres géologues, italiens et autrichiens, l'appellent zone *du calcaire de la Leitha* ou *de Rosignano.*

Faune coralligène. — Très différente dans son ensemble, bien que passant graduellement à la précédente, est la faune coralligène, caractérisée par l'abondance des coraux isolés (*Ceratotrochus, Flabellum, Stephanophyllia, Trochocyathus*, etc.); par certains foraminifères (*Cristellaria, Frondicularia, Biloculina*, etc.), par la prévalence de certains genres de gastropodes carnivores (*Ancillaria, Pleurotomidae, Mathilda, Gadus*, etc.); par quelques lamelli-

branches (*Limopsis*, *Neilo*). Les assises de cette zone sont ordinairement des argiles bleues, bien que des conglomérats et des sables ne manquent pas; elles correspondent aux argiles bleues *plaisanciennes* du pliocène, tandis que la zone des *laminaires* a son pendant dans les sables *astiens*. La zone coralligène du miocène moyen a été appelée étage *Tortonien* par Mayer et Pareto : elle est répandue dans tout l'Apennin où existent des terrains miocènes, bien que, en général, moins que la zone des *laminaires*. Les fossiles sont quelquefois extrêmement abondants en espèces et en individus, comme dans les gisements classiques de S. Agata, Monte-Gibio, Benestare (1) mais se trouvent isolés, en nids, dans des localités déterminées, tandis que, ailleurs, on ne peut les obtenir qu'en exfoliant les argiles avec beaucoup de peine et de travail.

Faune des zones plus profondes. — La zone qui suit immédiatement, que je dirais abyssale, qui pourtant est bien loin d'arriver à des profondeurs extrêmes, est peut-être la mieux caractérisée, par l'abondance des matériaux organogéniques microscopiques, souvent siliceux (2).

(1) Bellardi, Seguenza. *Loc. cit.* A. d'Achiardi, Studio comparativo fra i coralli dei terreni terziarii del Piemonte e delle Alpi Venete (*Ann. Un. di Pisa*, anno X, 1868).

P. Doderlein. Cenni geologici intorno la giacitura dei terreni miocenici superiori dell' Italia centrale (*Atti X Congresso d. Scienz. ital. Siena*, 1862).

A. Manzoni. Della fauna marina di due lembi miocenici dell' Alta Italia (*Sitzb. d. K. Akad. d. Wissensch.*, Wien, 1869, etc.).

(2) Bellardi, Seguenza, De Stefani, Doderlein, Mariani, *loc. cit.*

G Mazzetti. Echinodermi fossili di Montese (*Atti. soc. nat. Modena*, 1881).

G. Mazzetti e D. Pantanelli. Cenno monografico intorno alla fauna fossile di Montese (*Atti soc. nat. Modena*, 1885-1887).

A. Manzoni. Spugne silicee della mollassa miocenica del Bolognese (*Atti soc. tosc. s. nat.* vol., v. 1881).

F. Coppi. Paleontologia modenese, Modena, 1881. Il miocene medio nei colli modenesi (*Bull. Com. geol. d'Italia*, 1884).

Les couches sont de préférence marneuses ; mais elles passent à des argiles, à des calcaires marneux presque entièrement organogéniques, à des grès plus ou moins consolidés, à des tripolis. La faune se compose de foraminifères pélagiques, principalement de *Globigerinidæ*, de radiolaires, quelquefois de diatomacées, de spongiaires, dont les spicules siliceuses constituent souvent des couches entières, d'échinides, d'ostracodes, de ptéropodes, de céphalopodes, d'autres mollusques parmi lesquels abondent les lamellibranches (*Lucina Dicomani*, Mgh., *Solenomya Doderleini*, Mayer, *Pecten Anconitanus*, For., *P. denudatus*, Reu, *Aturia Aturi*, Bast.). Les calcaires gréseux dans lesquels sont enfouis par nids *Lucina Dicomani*, Mgh., *Loripes globulosus*, Desh., *Tapes Fuchsi*, Caf., sont très fréquents dans l'Apennin. On connaît aussi des traces dues aux vers et parfois probablement à des éponges (*Palæodictyon*) mêlées à des empreintes de fucus et de sargasses évidemment tombés de la surface des mers. Aussi la présence de gros vertébrés pélagiques (*Squalodon*, *Schizodelphis*, etc.) est caractéristisque de cette zone. Naturellement, on peut quelquefois raisonnablement rester dans l'incertitude sur l'attribution des couches intermédiaires à cette zone ou à la zone coralligène.

Ce sont ces couches moins littorales qui sont les plus communes en Italie et qui recouvrent les sommets les plus élevés entre l'Arno et la Sieve et les fleuves de la Romagne ; elles manquent pourtant presque tout à fait sur le versant tyrrhénique de l'Apennin septentrional.

L. Foresti. Le marne di S. Luca e di Paderno e i loro fossili (*Rend. acc. sc. Bologna*, 1877).

C. Fornasini. Textularina e altri foraminiferi fossili nella marna miocenica di San Rufillo presso Bologna (*Bull. soc. geol. it.*, 1886). — etc., etc.

Pareto [1] et après lui M. Mayer et d'autres, en ont fait le type de l'étage *Langhien*, des Langhe en Piémont, où elles s'étendent considérablement; M. Taramelli les appelle *marne scialbe* et M. Théodore Fuchs les met très justement au niveau du *Schlier* du bassin de Vienne.

Classifications et subdivisions proposées. — On peut dire que les Apennins, et plus précisément, les collines vers la vallée du Pô, entre le Tanaro et la Borbera, ont servi de point de départ à presque toutes les divisions principales du miocène moyen et, en général, de tous les terrains tertiaires supérieurs, qui sont adoptées maintenant par la science. Malheureusement, les observateurs n'ont étudié qu'une partie de la région et, si le hasard les avait conduits ailleurs, où la disposition des couches est très différente, il n'est pas improbable que la série des terrains miocènes aurait été renversée.

Il paraît absurde, dès le premier abord, de supposer que si, dans un endroit quelconque, on trouve une assise littorale ou abyssale, cette même assise se soit étendue, à la même époque, dans toute l'Europe et peut-être plus au loin encore; cependant les subdivisions actuelles de certains âges tertiaires sont presque fondées sur un pareil raisonnement, ce que nous allons maintenant constater.

Quelques auteurs se sont bornés à attribuer au *miocène moyen* la zone *abyssale*, au *miocène supérieur* les zones *coralligène* et *laminaire*. Mais la plupart, convaincus de la nécessité d'introduire des subdivisions plus précises et plus limitées que celles ébauchées par Lyell, ont accepté, sans approfondir la question, les distinctions proposées par MM. Pareto et Mayer. Pareto prit pour

[1] L. Pareto. Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional (*Bull. soc. géol. de France*, s. 2, t. XXII, 1865).

point de départ de ses divisions des terrains tertiaires, principalement les couches des vallées de la Bormida et de la Scrivia. M. Mayer même a fondé en grande partie sur elles sa chronologie tertiaire. M. Pareto, après avoir appelé *Bormidien* le miocène inférieur (nom qui, par droit de priorité, doit céder la place à celui plus ancien de *Tongrien*), donnait le nom d'étage *Langhien* aux marnes de la zone *abyssale* qui lui succèdent stratigraphiquement dans les Langhe et dans la vallée de la Bormida. L'étage *Langhien* fut maintenu par M. Mayer.

Dans la même vallée de la Bormida et sur la Scrivia les marnes *Langhiennes* supportent des calcaires, des conglomérats, des grès et des marnes, de la zone des laminaires, que Pareto appela étage *Serravallien*, nom considéré plus tard comme synonyme de l'*Helvétien* de M. Mayer. Enfin, sur la rive droite de la Scrivia, cet étage est suivi des argiles bleues coralligènes de S. Agata dans le Tortonnais, dont Pareto fit l'étage *Tortonien*, conservé par Mayer avec quelque rectification, parce que Pareto réunissait les argiles et les fossiles de S. Agata avec ceux des marnes bleues pliocènes, dites plus tard *Plaisanciennes*, de plusieurs endroits.

Il n'y a pas de doute que les subdivisions de Pareto correspondent très bien aux faits entre le Tanaro et la Scrivia, et que, dans cette région, les noms *Langhien*, *Serravallien* ou *Helvétien* et *Tortonien* représentent une réelle distinction de terrains bien déterminés. M. Mayer a voulu généraliser partout les divisions de Pareto, sans donner pourtant, il faut l'avouer, un critérium paléontologique exact, une clef, pour ainsi dire, pour bien reconnaître ses propres subdivisions. Quant au *Tortonien*, il le subdivise, comme d'ordinaire, en deux sous-étages, dont l'un, selon sa manière de voir, devrait

représenter la zone profonde, l'autre, la zone littorale. Le premier, selon lui le plus ancien, il l'appelle *Badenin*, en prenant pour type les argiles de Baden, près de Vienne, et de S. Agata près de Tortone; le second, le supérieur' est appelé *Stazzanin*; il a pour type les sables de Bocca-d'Asino près de Stazzano dans le Tortonnais (1). Pour quelle raison Mayer appelle l'une littorale, l'autre de mer profonde, voilà ce qu'on ne comprend pas; si ce n'est parce que celle de Stazzano se trouve dans des sables, l'autre dans des argiles. Les faunes de Stazzano et de S. Agata sont semblables; de 332 espèces décrites par Bellardi (2), 142 sont communes aux deux localités, 138 sont particulières à Stazzano, 52 à S. Agata. On ne comprend pas même comment on peut attribuer au sous-étage supérieur les assises de Stazzano, qui, au contraire, sont à un niveau plus bas que celles toutes proches de S. Agata, ainsi que l'a déjà fait observer M. Sacco (3).

On voit donc par cet exemple, — et ce n'est pas le dernier, — que, dans les classifications de quelques auteurs actuels, on attribue parfois l'âge le plus récent au terrain le plus ancien, et vice-versa.

Interposés aux couches marines de S. Agata, ainsi que de tant d'autres endroits (Vigoleno, Monte-Gibio, Capo-Vaticano), sont des lits d'eau saumâtre avec *Potamides, Melania, Melanopsis,* etc. Or, M. Mayer, sans se préoccuper de leur position stratigraphique, en fait un étage séparé, succédant au *Tortonien,* qu'il appelle *Messinien premier* et il ajoute que ces couches forment un horizon assez distingué et général. Le *Messinien premier* de Mayer n'est donc qu'une partie du *Tortonien*

(1) C. Mayer-Eymar. Tableau des terrains tertiaires. Zürich, 1884.

(2) *Loc. cit.*

(3) F. Sacco. Classification des terrains tertiaires conforme à leur facies (*Bulletin de la Société belge de Géologie,* I, 1888, p. 285).

de Pareto. Il en est du *Messinien premier* comme des couches à *Anthracotherium* du miocène inférieur de la vallée de la Bormida, qui sont interposées aux couches marines *Bormidiennes* ou *Tongriennes*, mais que Mayer autrefois classait dans un étage séparé, supérieur, dans l'Aquitanien [1].

Une fois ces erreurs reconnues dans les subdivisions des terrains pris pour types, comment pourrait-on songer à les appliquer partout ailleurs ? Cependant en revenant à la classification plus simple, mais plus vraie de Pareto, on peut répéter que, si elle est applicable aux terrains situés entre le Tanaro et la Scrivia, — et l'on peut ajouter, dans la plus grande partie de l'Apennin méridional —, elle ne l'est pas ailleurs.

Les savants qui suivent la classification de Mayer et de Pareto appellent un terrain *Langhien, Helvétien, Tortonien*, etc., lorsqu'il présente le même ensemble de fossiles que les couches considérées comme type : cette classification aurait une valeur réelle si elle n'impliquait qu'une correspondance bathymétrique dans le sens que nous avons plus haut accepté ; mais elle serait contraire à la vérité si l'on voulait lui donner une importance chronologique constante et absolue qu'elle est bien loin de posséder : en d'autres mots, les noms indiqués peuvent être employés pour signifier des zones de profondeur, mais non des âges.

Nous pouvons affirmer dès ce moment qu'à la succession des assises de la région entre le Tanaro et la Scrivia doivent correspondre dans les autres localités des successions de zones tout à fait différentes.

Exemples stratigraphiques. — Sur la droite de la Scrivia,

[1] C. Mayer. Sur la carte géologique de la Liguric centrale. (*Bull. Soc. géol. de France*, série 3, t. V, 1877.)

le *Tortonien* de Stazzano et de S. Agata est recouvert par les conglomérats à faune *helvétienne* de Monterosso : le dernier étage revient donc au-dessus du *Tortonien.*

Entre l'Enza et le Tanaro, vers la vallée du Pô, dans la vallée du Mesima et dans le Capo-Vaticano entre Pizzoni et Vazzano, à Piscopio et à Presinaci en Calabre, les couches plus anciennes, *abyssales*, *langhiennes,* passent, près des sommets de l'Apennin, ou des collines latérales, à la zone laminarienne *helvétienne* et aux calcaires à *Heliastraea Raulini*, Edw. et H. Entre les fleuves Savio et Metauro vers l'Adriatique, la mer miocène était parsemée d'îles, d'écueils et de bas-fonds, qui plus tard furent submergés par affaissement ou par dénudation ; par conséquent, les couches inférieures appartiennent le plus souvent à la zone laminarienne *helvétienne* et sont recouvertes par les zones coralligène (*tortonienne*) et abyssale (*langhienne*). Il est vrai que Fuchs attribue au *Langhien* les calcaires à bryozoaires de la zone laminarienne des Marches et des Romagnes, mais, ainsi qu'il l'avance, en dépit des documents paléontologiques que lui-même a reconnus contraires, et pour ne pas trop rajeunir ces calcaires, que d'abord il avait classés dans le miocène inférieur [1]. A S. Marino et ailleurs des argiles *langhiennes* à *Pecten duodecimlamellatus,* Bronn, succèdent immédiatement à ces calcaires à bryozoaires *helvétiens.* Quelquefois, dans la région environnante, aux calcaires et au *Langhien* succède le *Tortonien*, de nouveau l'*Helvétien* et encore une fois le *Langhien.*

A Montegibio (Modène) et généralement plus au sud-est jusqu'au Foglia, à S. Polo d'Enza, à Mondaino, ainsi

[1] T. Fuchs. Ueb. mioc. Pecten-Arten. 1881.

que dans les Calabres à Santa-Barbara et Ardore, les couches plus récentes du miocène moyen, reposant sur le *Tortonien* et sur l'*Helvétien*, sont les argiles bleues à ptéropodes, *Serpula*, radiolaires, diatomacées, ichtyolites, *Lucina Dicomani*, Mngh. etc., *langhiennes*. Au Monte-delle-Formiche (Bologne), au *Langhien* succèdent le *Tortonien*, puis l'*Helvétien* et de nouveau le *Langhien* (1). A Montegibio, ainsi qu'à Vigoleno, à Sivizzano, à S. Agata dans la vallée du Pô, le *Messinien-premier* alterne dans le *Tortonien*. A Sogliano (Forli) il est plus étendu et passe au *Tortonien*. Dans le versant tyrrhénien, à Val-Benedetta, Castro, Caprillone, Colombaione en Toscane, ainsi que dans le Circo-di-Briatico en Calabre, le *Messinien-premier* alterne dans l'*Helvétien ;* dans les vallées de la Cornia, de la Bruna, de la Sterza de Laiatico, il se trouve à la base de l'*Helvétien* et de tout le miocène. En plusieurs endroits des Monts de Livourne, à Scaforno, Popogna, Paltratico (2) et au Mont de la Vernia (3) le *Tortonien* alterne dans l'*Helvétien*.

Dans la vallée de Stilaro en Calabre, on voit la superposition suivante :

3. Sables du Monte Tavoleria, *Helvétien* (4).

2. Conglomérats et marnes blanches, extrêmement fines, à ostracodes, foraminifères, radiolaires, très puissantes en étendue et en hauteur, au milieu desquelles, entre Stilo et Guardavalle, Seguenza (5) a découvert des assises tout à fait *Tortoniennes*.

(1) A. Manzoni. Il Tortoniano e i suoi fossili nella provincia di Bologna (*Boll. Com. geol. Italia*, 1880.)

(2) Capellini. *Loc. cit.*

(3) Simonelli. Il monte della Verna e i suoi fossili. (*Boll. Soc. geol. Ital.* 1883.)

(4) De Stefani. Jejo, Montalto, Capo Vaticano.

(5) Seguenza. *Loc. cit.*

1. Grès et conglomérats grossiers à fossiles de zone *Tortonienne* très près de l'*Helvétien*, que Seguenza avait improprement attribués à l'*Aquitanien*.

A Benestare (Reggio-Calabre), sur les marnes *langhiennes* reposent les argiles bleues *tortoniennes* avec une des plus riches faunes connues ([1]), recouvertes elles-mêmes par des sables *helvétiens* contenant, avec d'autres fossiles, le *Cardium Kübecki* M. Hörn. ([2]), que les paléontologues autrichiens considèrent comme caractéristique du miocène plus ancien. Cette même série se répète plusieurs autres fois dans les collines entre Gioiosa et le Cap Spartivento ([3]). Au Capo-delle-Armi et dans les environs, des marnes *langhiennes* à poissons alternent avec des calcaires *helvétiens* à *Cellepora* et à *Lithothamnium*.

En revenant au Piémont, dans le jardin de la Villa-Roasenda près de Sciolze, non loin de Turin, on observe des argiles bleues, très riches en fossiles, que M. Fuchs cite au nombre de 492 ([4]), recouvertes par des marnes gréseuses blanches, *langhiennes*, avec *Aturia Aturi*, Bast., ptéropodes, *Solenomya Doderleini*, May., etc. Les fossiles, même selon M. T. Fuchs, sont exactement ceux des argiles *tortoniennes* de Baden, par conséquent de tout l'Apennin ; cependant, par leur position stratigraphique il les a classés dans le *premier étage Méditerranéen*, ou *Langhien*, ou *Schlier*. Mais si l'on détermine l'âge des fossiles et des terrains avec un tel guide, comment pourra-t-on reconnaître et classer les faunes qu'on n'a pas recueillies soi-même sur le terrain et dont on ne connaît pas la stratigraphie ?

([1]) Seguenza. *Loc. cit.*

([2]) De Stefani. *Loc. cit.*

([3]) *Loc. cit.*

([4]) T. Fuchs. Studien über die jüngeren Tertiaerbildungen Italiens (*Denk. K. K. Ak. d. Wiss., math-nat. Classe.* Wien, 1878, p. 48 et suiv.).

M. Fuchs a tenté plus tard d'appuyer son opinion en faisant observer que, parmi les 492 espèces du jardin Roasenda, il y en a 33 qu'il dit " éminemment caractéristiques „ du *premier étage méditerranéen* (1) ; nombre justement réduit à 27 par M. Tietze (2). Mais il ne faut pas donner une importance excessive à quelques rares espèces, qu'on trouve dans une localité et non dans les autres, car de telles circonstances se rencontrent continuellement, et le nombre de ces espèces peut d'ailleurs être toujours plus limité par des observations plus parfaites. Au surplus, pourquoi devrait-on donner de l'importance à 27 espèces dans l'intention de déclarer le terrain *Langhien*, plutôt qu'aux autres 465 qui devraient le classer dans le *Tortonien* et qui ne montrent aucune différence morphologique avec les espèces *tortoniennes* ? Il faut donc dire qu'à Sciolze, ainsi qu'en bien d'autres endroits, il y a un *Tortonien* recouvert par le *Langhien*.

Maintenant, si nous donnons aux terrains *Langhien, Helvétien, Tortonien, Messinien premier* respectivement les numéros 1, 2, 3, 4, nous verrons, dans les différentes localités que nous avons passées en revue, la superposition suivante en partant d'en bas.

Sur la Bormida 1, 2.

Dans le jardin Roasenda 3, 1.

A la droite de la Scrivia 1, 2, 3, 4, 3, 2.

A Montegibio et en plusieurs endroits de l'Emilie 1, 3, 4, 3, 1.

Au Monte-delle-Formiche 1, 3, 2, 1.

A S. Marino et en plusieurs points des Romagnes et des Marches 2, 1, 3, 4, 3.

(1) T. Fuchs. Die Versuche einer Gliederung des unteren Neogen im Gebiete des Mittelmeers (*Zeitschrift d. deut. geol. Ges*, 1885, p. 136).

(2) Tietze. Versuche einer Gliederung des unteren Neogen in dem oesterreichischen Ländern (*Zeitsch. d. deut. geol. Ges.*, 1886, p. 53).

A Sogliano (Forli) galets du n° 2, 4, 2, et, dans le Circo-di-Briatico 2, 4, 2.

Dans les collines inférieures des Romagnes et des Marches 1, 3, 1 ou 2, 3, 1.

Dans la vallée du Stilaro 3, 1, 3, 1, 2.

A Benestare et entre Gioiosa et le cap Spartivento, 1, 3, 2.

Au Capo-delle-Armi, 2, 1, 2.

A Popogna, Paltratico et en plusieurs points de la Toscane, 2, 4, 2, 3, 2.

Au Mont-de-la-Vernia, 2, 3, 2.

Dans les vallées de la Bruna, de la Pecora, de la Cornia, 4, 2.

De tels exemples pourraient se multiplier à l'infini et l'on en déduirait toujours que *Langhien, Helvétien*, *Tortonien*, *Messinien premier* sont tout simplement des zones bathymétriques d'un seul et même terrain qui se succèdent dans un ordre variable selon les localités et ne répondent nullement à des étages qui devraient se suivre d'une manière constante et générale.

M. Fuchs, les géologues autrichiens et quelques italiens ont admis comme parfaitement démontrée l'équivalence chronologique et la simple différence bathymétrique du *Tortonien* et de l'*Helvétien*, que les autrichiens réunissent dans ce qu'ils ont appelé le *deuxième étage méditerranéen*, proposé par M. Suess. Le *Langhien* est attribué, par contre, à un étage inférieur, au *premier étage méditerranéen* de M. Suess, ou miocène moyen des anciens géologues italiens et de quelques géologues français. Je suis allé plus loin et j'ai synchronisé le *Langhien* avec l'*Helvétien* et le *Tortonien*. Quant au *Messinien premier*, nous avons vu que son point de départ était trop évidemment fautif pour nous en occuper.

Il y a sans doute, ainsi que nous l'avons dit, des

couches *Langhiennes* plus récentes, d'autres intermédiaires, d'autres plus anciennes; on peut en dire autant des autres zones; mais, paléontologiquement elles appartiennent à la même période de temps. Aucun paléontologue n'a encore réussi à établir que les fossiles *langhiens*, *helvétiens*, etc., des assises stratigraphiquement inférieures diffèrent plus ou moins de ceux des couches supérieures. Il se peut que des observations plus approfondies nous conduisent à reconnaître des différences morphologiques entre les *Potamides* du *Messinien* des Maremmes et ceux de S. Agata et de Montegibio; entre les espèces de l'*Helvétien* des Romagnes, des Marches, de Reggio-Emilie, et celles de Bologne, de la vallée de la Bormida, de la Toscane; entre le *Tortonien* des Monts de Livourne et celui de S. Agata, Vigoleno, Monte-Gibio, Sogliano, etc. Pourtant, eu égard à l'état de nos connaissances des faunes tertiaires, il faut dire que cet instant est encore bien éloigné. Pour le moment, on ne peut pas s'empêcher de réunir les couches susdites dans une seule période.

Alpes orientales. — A gauche de la vallée du Pô, le miocène moyen n'est que très rarement représenté dans les Alpes orientales en Valsugana, dans la Lavanthal et dans bien peu d'autres endroits dont on pourrait tirer peu de lumière pour la connaissance du terrain. Cependant il est très probable que plusieurs couches de la Lombardie et de la Vénétie attribuées au miocène appartiennent à cet étage. MM. Suess, Fuchs, Hörnes et d'autres ont classé les couches de Bassano, Schio, Belluno, Serravalle, Alpago en Vénétie au niveau des conglomérats de Superga près de Turin, c'est-à-dire dans le miocène moyen; mais les études paléontologiques de M. Dames et de MM. Fuchs et Hörnes même m'ont persuadé que la comparaison n'est pas exacte et que l'horizon des dites couches est plus ancien.

Comme échantillon de la classification et de la succession des assises du miocène moyen dans la péninsule italienne, je donnerai le tableau ci-contre, relatif à l'Apennin septentrional.

Sicile. — En Sicile se répètent exactement les terrains de la Calabre.

Dans les marnes langhiennes de Vizzini et de Licodia paraissent encore une fois les mollusques et les grandes bivalves de l'Apennin septentrional ([1]).

Les tripolis à radiolaires, diatomacées, poissons, de Gessolungo, Grotte, Cannitone, Licata ([2]) occupent le même niveau dans les couches les plus supérieures, que dans tout l'Apennin.

Les tripolis et les marnes blanches à ostracodes et à foraminifères qui les accompagnent en Sicile et en Calabre, ont été attribués par Seguenza à la partie inférieure d'un étage nommé par lui *zanclèen*, représentant, selon lui, du Pliocène inférieur ([3]). La partie supérieure

([1]) J. Cafici. La formazione miocenica nel territorio di Licodia Eubea (*Mem. Acc. d. Lincei*, s. 3, XIV, 1883).

([2]) H. E. Sauvage. Mémoire sur la faune ichthyolitique de la période tertiaire et plus spécialement sur les poissons fossiles d'Oran (Algérie) et sur ceux découverts par M. R. Alby, à Licata, en Sicile. (*Annales d. sc. géolog.*, Paris T. IV, 1873.)

E. Stöhr. Die Radiolarienfauna der Tripoli von Grotte, Provinz Girgenti, in Sicilien (*Palæontographica*, Bd. 26, 1879-80).

F. Dreyer. Die Tripoli von Caltanissetta (*Jenaisch. Zeitsch.*, Bd. XXIV, 1890)

([3]) G. Seguenza. La formation zanclèenne ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire. (*Bull. de la Soc. géol. de France*, s. 2, t. XXV, 1868.) — Una passeggiata a Reggio di Calabria (*Annali dell' istruzione*, 1868, p. 17). — Intorno la positione stratigrafica del *Clypeaster altus* Lk. (*Atti della Soc. italiana di sc. nat.*, XII, p. 657, 1869). — Studi paleontologici sulla fauna malacologica dei sedimenti pliocenici depositatisi a grandi profondità (*Boll. dell. soc. malacologica it.*, t. II, 1875-76). — Studi stratigrafici sulla formazione pliocenica dell' Italia meridionale (*Boll. del R. Comitato geol.*, IV-VIII, 1873-1877) etc., etc.

IN SEPTENTRIONAL

nt indiquées par L. T. H. M.

LIA.	VERSANT TYRRHÉNIEN.
mées, radio- a *Dicomani*, , Gemmano , M. Vecchio , avi, Argiles à Perticara, etc.	Mollasses à *Tapes*, *Ostrea cochlear* du Gabbro. Calcaire à *Pecten Arnsens, Cardita Jouanneti* du Gabbro. Mollasse à *Tapes depressa*, *Arca Noœ*, etc., du Gabbro E. Couches argileuses et siliceuses saumâtres à *Bithinia*, etc., de Val-Benedetta, Castro, Caprillone, etc. Tripolis à diatomées, radiolaires, foraminifères, mollusques, ichthyolithes, phyllites de la Morra, des Pazzane, du Gabbro, etc. Dépôt à *Potamides* du Colombaione. **M**.
ae, *P. elegans*, M. Gelli, etc.	
bleues avec *traea, Comis cillaria obso- loliva benga-*	Argiles bleues et marnes à *Modiola Brocchii*, *Arca diluvii*, *Lucina dentata*, *Turritella turris, Dentalium inœquale*, etc. **T** et à *Potamides pictum*, *Cerithium doliolum* **M** de Val-Benedetta, Popogna, Scaforno, Pal-

TABLEAU DES TERRAINS DU MIOCÈNE MOYEN DE L'APENNIN SEPTENTRIONAL

Les zones *Langhien*, *Tortonien*, *Helvétien*, *Messinien premier* sont indiquées par L. T. H. M.

DE LA BORMIDA A LA SCRIVIA.	DE LA SCRIVIA AU SANTERNO.			DU SANTERNO AU FOGLIA.		VERSANT TYRRHÉNIEN.
Sables, calcaires, mollasses à *Pecten scabrellus*, *Ostrea cochlear*, *Cidaris*, *Cladocora*, etc. **H**.	Marnes blanches à diatomées, radiolaires, foraminifères, *Lucina Dicomani* de S. Polo d'Enza, M. Gibio, M. della Rochotta, M. Capra, Pont de S. Rufillo, etc. **L**.			Marnes blanches à diatomées, radiolaires, foraminifères, *Lucina Dicomani*, ichthyolithes de Mondains, Gemmano, Formignano, M. Fiorito, M. Vecchio, M. Pennino, Punta degli Schiavi. Argiles à ptéropodes, *Serpula*, etc., de Perticara, etc. **L**.		Mollasses à *Tapes*, *Ostrea cochlear* du Gabbro. Calcaire à *Pecten Arnsens*, *Cardita Jouanneti* du Gabbro. Mollasse à *Tapes depressa*, *Arca Noæ*, etc., du Gabbro E. Couches argileuses et siliceuses saumâtres à *Bithinia*, etc., de Val-Benedetta, Castro, Caprillone, etc. Tripolis à diatomées, radiolaires, foraminifères, mollusques, ichthyolithes, phyllites de la Morra, des Pazzane, du Gabbro, etc. Dépôt à *Potamides* du Colombaione. **M**. Argiles bleues et marnes à *Modiola Brocchii*, *Arca diluvii*, *Lucina dentata*, *Turritella turris*. *Dentalium inæquale*, etc. **T** et à *Potamides pictum*, *Cerithium doliolum* **M** de Val-Benedetta, Popogna, Scaforno, Paltratrio, etc. Pondingues à *Nulliporæ* et bryozoaires de la Morra. Marnes et cailloutis du Castello (Monti Livornesi) à *Lucina columbella*, *Cardita*, *Ancillaria glandiformis*, etc. Calcaire marneux à *Cytherea multilamella*, *Porites* de Rosignano **H**. Graviers calcaires et ophiolitiques à *Pecten*, *Ostrea*, *Turritella*, etc., des vallées de la Cornia et de la Brina, de la Velona, etc. Calcaire grossier à *Squalodon* de Monte Tignoso. Graviers à *Arca*, *Cardium*, *Pecten Rollei*, etc., de Rosignano, des Monts de la Castellina, de Monte-Catini, Orciatico, Val-di Cecina. Pienza. Calcaire grossier à *Porites*, *Astraea* de Val-Benedetta, calcaire à *Cellepora* et bryozoaires de Pescia. Graviers et argiles de Val-Benedetta, de Castelnuovo- della Misericordia, etc., des Monts de la Tolfa, **H**.
	Gravier de M. Roppo avec *Porites*, *Astraea*, *Cyphastraea*, etc. Grès du M. dolle Formiche, etc. **H**.			Grès à phyllites, *Pecten Malirnae*, *P. elegans*, *Tapes vetula* de Sogliano, M. Gelli, etc. **H**.		
	Couches à *Potamides* intercalées dans les dépôts marneux marins de S. Agata, M. Gibio, du Parmesan, etc. **M**.	Sables calcaires du Rio Semola et de ses environs, à dents de poissons, *Pecten scabrellus*, brachiopodes, etc. **H**.	Marnes bleues, très riches en fossiles, de Stazzano, S. Agata, vallée de Recoaro près de Broni, Vigoleno, Sivizzano-di-Traversetolo, Castione-dei-Baratti, Termina-di-Castione, Rio-della-Valle, M. Gibio, M. Baranzone, Roccheta, M. delle-Formiche, etc., etc. Graviers et sables de Bocca-d'Asino à *Murex aquitanicus*, *Fusus Valenciennesi*, *Pleurotoma spiralis*, *Surcula Lamarcki*, *Drillia pseudobeliscus*, *Clavatula Jouanneti*. *Ancillaria glandiformis*, *Vitularia lingua-bovis*, etc., etc. **T**.	Couches saumâtres à *Potamides*, *Dreissensia*, *Melanopsis*, *Melania*, *Lutra*, *Emys*, de Sogliano, M. Gelli **M**.	Marnes bleues avec *Porites*, *Astraea*, *Comis Puschia*, *Ancillaria obsoleta*, *Psendoliva bengadina Fusus Klipstcini*, *Clavatula Jouanneti*, *Pleurotoma spiralis*, *Dentalium Bouei*, *Cardita Jouanneti*, etc., de Casanova-Calisesi, Ugrigno, Secchiano, S. Marino, etc. **T**	
Marnes blanches, mollasses et calcaires à radiolaires, *Orbulinæ*, *Globigerinæ*, échinides, *Pentacrinus Gastaldii*, *Paleodictyon*, ptéropodes, *Pecten denuratus*, *P. duodecimcostatus*, *Lucina Dicomani*, *Aturia Aturi*, *Serpula*, ichthyolithes, *Balænoptera*, etc. **L**.	Calcaires à *Cellepora*, *Conocrinus*, dents de poissons, de Pietra-Bismantova, Pietra-Dura, M. Gazzo, etc. **H**.	Marnes blanches, gréseuses, calcaires et graviers avec spongiaires, radiolaires, *Orbulinæ*, *Globigerinæ*, échinides, *Pentacrinus Gastaldii*, ptéropodes, *Pecten denudatus*, *P. duodecimcostatus*, *Lucina Dicomani*, *Solenomya Doderleini*, *Aturia Aturi*, *Squalodon*, dents de poissons, etc., de Bastita, Bavantore, Guardaffone, M. Fufo, Marola, Pantano, M. Babbio, Montese, S. Leo, Tignano, Porretta, Casalecchio, Saffomolare, Manzabotto, Serra-dei-Guidoni, S. Maria Villiano, M. delle Formiche, S. Luca, Tagliata, Montagnano, Gaiano, Lamo, Parullo, etc. **L**.		Marnes à ptéropodes, *Pholadomya*, *Pecten duodecimcostatus* de S. Marino, etc. **L**. Grès et sables à *Pecten Malvinae*, *Modiola Brocchii*, etc. de S. Marino, S. Giovanni in Galilea, Perticara, etc. **H**. Marnes à échinides, *Conus Bittneri*, *Surcula Lamarcki*, *Ancillaria obsoleta*, *Cassis Haueri*, *Dentalium Bouei*, *Ceratotrochus*, *Trochocyathus*, etc., etc. de la Vernia. **T**. Calcaires à *Cellepora*, *Conocrinus*, *Porites*, *Astraea*, *Stylocaenia*, échinides, *Pecten scabrellus*, *P. Besseri*, *P. latissimus*, dents de poissons des vallées du Tibre, de l'Arno, de S. Marino, Pennabilli, Uffogliano, Rompetrella, S. Leo, etc. **H**	Marnes blanches et grès à *Orbulinæ*, *Globigerinæ*, *Paleodictyum*, ptéropodes, *Pecten duodecimcostatus*, *Lucina Dicomani*, *Aturia Aturi*, etc., des vallées de la Siene, du Santerno, du Senio, Sintria, Lamone, Montone, Rabbi, Ronco, etc. de M. Carpegna. **L**.	Dépôts saumâtres de la Stenza de Laiatico à *Adachna*, *Uniocardium*, *Dreissensia*, *Melanopsis*, etc. Dépôts salifères de Val-di-Cecina. Calcaire fétide à *Cypris* de Val-d'Orcis. Dépôts lignitifères de Monterusoli, de la Cornia, de la Borma, de la Pecora, à *Antilope Hompti*, *Amphycion*, *Oreopithecus Bambolii*, *Hyaenarctos*, *Sus choeroides*, *Emys*, *Trionyx*, *Dreissensia*, etc. **M**.

de ce nouvel étage devait être constituée par les calcaires pliocènes à *Amphistegina*, recouverts, toujours selon Seguenza, des argiles *astiennes* ou pour mieux dire, *plaisanciennes*. Mais j'ai montré que, paléontologiquement, les marnes du *zancléen inférieur* équivalent, non point au pliocène, mais aux terrains miocènes du bassin de Vienne et, même lithologiquement, aux marnes blanches à foraminifères et radiolaires de l'Apennin septentrional (1).

Stratigraphiquement aussi, elles n'ont rien à faire avec le pliocène. Le *Zancléen inférieur* n'est donc qu'un synonyme du *Langhien*.

Ile de Malte. — L'île de Malte est en grande partie occupée par des roches de la zone *Langhienne* très semblables aux calcaires marneux de l'Italie méridionale connus sous le nom de *Pietra Leccese*. La zone *Helvétienne* (2) est plus rare. Un des fossiles les plus intéressants du *Langhien* est le *Neptunus granulatus* Milne Edw. (3), qu'on rencontre dans la même zone dans la *Pietra Leccese*, dans les collines du Modénais et en Sardaigne.

Lampéduse. — Calcara avait reconnu que le calcaire compacte constituant l'île a les mêmes caractères lithologiques que le calcaire de Malte (4). Ses fossiles, ordinairement mal conservés, ont été dernièrement regardés comme pliocènes ; mais l'examen d'un échantillon figuré par M. Trabucco (5), qui me l'a fait voir, c'est-à-dire d'un

(1) De Stefani. *Loc. cit.*

(2) T. Fuchs. Das Alter der Tertiaerschichten von Malta (*Sitzungsbericht d. K. Akal. d. Wiss.* Wien, LXX, 1874).—Ueber die sogenannte Badner-Tegel aus Malta (*Sitzsungsb. d. Ak. d. Wiss*, Wien, LXXIII, 1876).

(3) G. Ristori. Alcuni crostacei del Miocene medio italiano (*Atti Soc. Tosc. Sc. nat.*, vol. IX, 1888).

(4) P. Calcara. Descrizione dell' isola di Lampedusa. Palermo, 1847.

(5) G. Trabucco. L'isola di Lampedusa (*Boll. Soc. geol. italiana*, vol. IX, 1890).

Lithodomus qui a fait son trou dans une *Heliastraea* (*Raulini* Ed. et H. ou *Ellisiana* Defr.) genre et espèces manquant au pliocène, mais caractéristiques du miocène, m'ont persuadé qu'il s'agit bien de la zone *helvétienne*.

La petite île de Lampione présente la même roche.

Sardaigne. — En Sardaigne, ces terrains atteignent une grande étendue, sous forme de calcaires à lamellibranches *helvétiens* et, bien qu'un peu moins, de grès, de marnes et de calcaires *langhiens* (1).

Dans les environs de Cagliari, l'*helvétien* est superposé au *langhien*; près d'Isili le contraire a lieu; dans les environs de Sassari, l'*helvétien* est lié par plusieurs alternances au *langhien* sous-jacent.

Pianosa. — Dans l'île de Pianosa aussi, à la base du Pliocène, on rencontre quelque assise de cet étage (2).

Corse. — En Corse, la zone *helvétienne* est très commune, formée de calcaires grossiers et de conglomérats du facies Tyrrhénien, ainsi qu'en Sardaigne, en Toscane et dans les Alpes maritimes (3).

Bassin du Rhône. — En revenant au continent, en France, sur le même littoral des Alpes maritimes, près

(1) A. de la Marmora. Voyage en Sardaigne. Turin, 1857.

G Meneghini. Paléontologie de l'île de Sardaigne, 1857, p. 524.

C.-F. Parona. Appunti per la paleontologia miocenica della Sardegna. (*Boll. della Soc. geologica it.*, 1887.)

Mariani e Parona, Fossili tortoniani di Capo S. Marco in Sardegna (*Atti Soc. it. di scienze nat.*, 1887.)

Fornasini. Di alcuni foraminiferi provenienti dagli strati miocenici dei dintorni di Cagliari (*Boll. Soc. geol. it.*, 1887, p. 26,) etc.

(2) V. Simonelli. Terreni e fossili dell' isola di Pianosa nel Mare Tirreno (*Boll. Com. geol. d'Italia*, 1889.)

(3) Hollande. Géologie de la Corse. (*Ann. des se. géol.*)

Locard et Cotteau. Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse. (*Mém. de la Soc. d'agr. et d'hist. nat.* Lyon 1877.)

A. Péron. Description du terrain tertiaire du Sud de l'île de Corse. (*Assoc. franç. Congrès de Nancy*, 1887.)

de Vence au N.-E. de Nice, nous retrouvons les zones *helvétienne* et *langhienne* (1).

Plus à l'Ouest s'ouvrait le grand bassin du Rhône, entre la Provence et l'Hérault. Sur les bords de la Méditerranée, ces terrains n'arrivent pas à l'étendue et à l'épaisseur qu'ils atteignent en Italie et en Orient; mais, par contre, ils ont été l'objet d'études très anciennes et très approfondies, et les résultats auxquels les savants français sont arrivés dans la classification des terrains tertiaires, corroborés aussi par la grande autorité de feu Hébert, sont ceux qui, sans doute, se rapprochent le plus de la vérité.

En suivant le plan que je me suis proposé, je ne ferai qu'indiquer le résumé des études principales; d'ailleurs, le désaccord parmi les paléontologues français n'a pas été aussi profond que parmi ceux d'autres régions des bords de la Méditerranée.

Le bassin du Rhône se continuait au Nord dans l'ample détroit qui séparait les Alpes du Plateau central et communiquait, ainsi que nous le verrons, avec la Suisse. Il était parsemé d'îles et d'écueils, et les rivages étaient très entrecoupés. Une quantité de savants ont publié d'importants travaux sur les terrains ou sur les fossiles miocènes du bassin, et il est juste de rappeler les noms de MM. Dumortier, Em. Arnaud, De Christol, P. Gervais, Gras, Mathéron, Locard, etc. et principalement de MM. Gaudry, Fischer et Tournouër; mais c'est surtout au regretté Fontannes qu'on doit les études stratigraphiques les plus compréhensives et les plus remarquables, qui ont enrichi de notions précieuses nos connaissances sur le miocène méditerranéen (2).

(1) R. Tournouër. Notes paléontologiques sur quelques-uns des terrains tertiaires. (*Bull. Soc. géol. de France*, 1877, p. 844.)

(2) F. Fontannes. Les terrrains tertiaires supérieurs du Haut-Comtat venais-

Des sédiments de cette époque, M. Fontannes a constitué son groupe de Visan, qu'il a attribué, ainsi que la plupart de ses confrères, au miocène moyen, exemple que j'ai suivi et que je justifierai encore une fois plus tard. Il avait appliqué d'abord en grande partie les subdivisions proposées par les géologues autrichiens; mais dans ses derniers travaux, il parallélise ces couches à l'*Helvétien* et il se trouve dans le vrai, parce qu'elles appartiennent seulement à la zone des *laminaires* et à la zone *littorale.*

Les couches inférieures (mollasse à *Pecten praescabriusculus*, Font., sables et grès à *Ostrea crassissima*) sont tout à fait côtières, ce qu'on explique par l'affaissement lent du sol qui amenait la mer sur une région jadis émergée et couverte, pendant le miocène inférieur ou l'oligocène, par les formations continentales, fluviatiles, lacustres ou saumâtres, du groupe d'Aix. Ces couches littorales rappellent de très près les *Horner Schichten*, prototype du *premier étage méditerranéen* des géologues autrichiens, que nous examinerons sous peu.

Dans le Dauphiné et plus au Nord, les éléments des dépôts supérieurs sont absolument les mêmes que ceux qu'on observe dans les couches sous-jacentes, et les faunes saumâtres et d'eau douce ont encore une ample distribution.

Dans la région méridionale, au contraire (Comtat, Provence), continuant la submersion, les dépôts supérieurs,

sin (*Ann. Soc. agr. Lyon*, t. IX, 1876). — Les terrains tertiaires du bassin de Visan (*Ibidem*, s. s., t. I, 1878). — Les terrains néogènes du plateau de Cucuron, Cadenet, Cabrières-d'Aigues; Genève, Paris, 1878. — Sur les rapports de la mollasse de Cucuron avec les mollasses de l'Anjou et de l'Armagnac (*Bull. Soc. géol. de France*, 1879, p. 229). — Les terrains tertiaires du bassin de Crest (*Ann. Soc. agric. Lyon*, t. III, 1880). — Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône : Lyon, 1881, etc.

bien que prenant dans quelques couches un facies saumâtre, dû au rapprochement du rivage, appartiennent ordinairement à la zone *laminarienne* et font passage souvent (sables marneux à *Ancillaria glandiformis*, Lk., et à *Rotella subsuturalis*) à la zone coralligène *tortonienne*. Cependant on ne rencontre pas de vrai *Tortonien* ni de *Langhien*, non parce que ces zones appartiendraient à un horizon plus récent, manquant au bassin du Rhône, mais parce que, dans ce bassin, les terrains de mer profonde ne se sont pas déposés ou n'ont pas été mis à découvert.

Espagne. — Plus à l'ouest du bassin du Rhône, le miocène, sous forme de mollasse puissante, à grands *Pecten* et *Clypeaster*, est connu aux îles Baléares, où il a été étudié par J. Haime et Hermite (1). En Espagne, il est représenté en Catalogne par une longue bande littorale dont la faune a été signalée à Montjouich, près Barcelone, par MM. Vézian et Carez.

Bassin atlantique. — Le détroit du Guadalquivir réunissait la Méditerranée à l'Atlantique : dans son parcours, les couches miocènes ont été rencontrées à Grenade et Cuisana, dans la Sierra de Peñaflor (Sevilla), à Huelva, à Cacella en Algarve et en plusieurs autres localités (2). Il ne paraît pas qu'il y ait eu une autre communication plus au Nord, pas même par la Gironde. Il est probable que la dite communication fut très ample, parce que la faune du miocène moyen du bassin du Tage, qui s'ouvrait seulement du côté de l'Atlantique, au nord

(1) Hermite. Etudes géologiques sur les îles Baléares, Paris, 1879.

(2) E. Suess. Das Antlitz der Erde, 1, p. 380.

F. A. Pereira da Costa. Gasteropodes dos depositos tertiarios de Portugal (*Comm. geol de Portugal*, Lisboa, 1866-1868).

M. Bertrand et M. Kilian. Rapport sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie (*Comptes r. Ac. d. Sc.*, 1885). Le bassin tertiaire de Grenade (*Ibidem*, juillet 1885).

du cap St-Vincent, est identique à celle de la Méditerranée (1). Une faune très analogue est indiquée aussi à Madère (2) et à la Grande-Canarie (3). Au contraire, plus au Nord, tout le long des côtes Atlantiques, particulièrement au delà de la Gironde, se poursuit, dans le miocène moyen, une faune en partie identique, en partie simplement analogue et différente de la méditerranéenne, liée à celle-ci à peu près dans le même rapport que les faunes actuelles des mêmes régions.

Dans le bassin de la Gironde (4), on doit attribuer au miocène moyen les faluns de Saubrigues, Saint-Jean de Marsac, Sos, Salles, Léognan, Saucats.

Je ne parlerai pas des dépôts de Sansan et des autres dépôts subterrestres qu'on rencontre plus à l'Est.

Les faluns de Bazas et de Mérignac, qui sont assimilés aux autres par M. Suess et par d'autres savants, sont plus anciens.

(1) C. Ribeiro. Des formations tertiaires du Portugal (*Congrès intern. d. géol.*, Paris, 1878).

F. Fontannes. Note sur quelques gisements nouveaux des terrains miocènes du Portugal (*Ann. des sc. géol.*, t. XVI, 1884).

P. Choffat. Etude géologique du tunnel du Rocio (*Comm. géol. de Portugal*, Lisbonne, 1889), etc.

(2) K. Mayer und G. Hartung. Geologische Beschreibung der Inseln Madeira und Porto Santo, 1864, p. 183 et suiv.

(3) A. Rothpletz und V. Simonelli. Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria (*Zeitsch. d. deut. geol. Ges.* 1890).

(4) De Basterot. Mémoire géologique sur les environs de Bordeaux (*Mém. soc. d'hist. nat. de Paris.* T. 2. 1825).

Grateloup. Catalogue zoologique des animaux vertébrés et invertébrés fossiles des terrains du bassin de la Gironde. Bordeaux, 1838.

Mathéron. Notes sur les dépôts tertiaires du Médoc et des environs de Blaye (*Bull. soc. géol. de France*, S. 2, t. XIX, 1862).

Benoist. Les testacés fossiles du vallon de Saucats (*Actes soc. linn. de Bordeaux*, t. XXIX).

G. Vasseur. Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale (*Ann. des sc. géol.*, t. XIII, Paris, Masson, 1882).

E. Fallot. Esquisse géologique du département de la Gironde (*Feuille des jeunes naturalistes*, ann. XIX, 1889), etc., etc.

M. Benoist et d'autres géologues ont attribué les faluns au miocène supérieur ; le regretté Tournouër était du même avis et supposait que le miocène moyen avait été en France une période continentale pendant laquelle la sédimentation marine aurait été absente. Je partage l'avis de la grande majorité, qui admet que le miocène moyen a succédé immédiatement à l'inférieur et qui classe les dits faluns dans le premier terrain ; c'est aussi ce que E. Hébert, le savant professeur de la Sorbonne, enseignait depuis longtemps dans son cours et dans ses publications.

Il ne me semble pas non plus qu'on puisse appliquer aux faluns la classification des géologues autrichiens, que M. Fuchs a tenté d'introduire en France (1), ni les divisions de M. Mayer, au moins dans un sens chronologique. MM. Fuchs, Linder, Benoist et bien d'autres, tout en déclarant que la classification ne satisfait pas entièrement l'esprit, ont distingué un étage *Langhien*, mais plutôt, paraît-il, pour paralléliser chronologiquement quelques couches au *Langhien* d'ailleurs, que pour admettre, avec des données paléontologiques, la véritable existence de cet étage. En effet, on ne connaît point de fossiles caractéristiques de la zone langhienne de mer profonde. Les couches inférieures de Léognan et de Saucats, près de Bordeaux, sont les plus littorales, ainsi que les couches inférieures du bassin du Rhône, et on peut les comparer aux *Horner Schichten* des Autrichiens. Dans le vallon de Saucats, au Peloua, il existe au-dessus un falun à *Ancillaria glandiformis*, *Persona tortuosa*, etc. (2), formant en quelque sorte une zone de passage entre la zone *helvétienne* ou laminarienne, et la

(1) T. Fuchs. Der Falun von Salles und die sogenannte jüngere Mediterranenstufe des Wiener Beckens (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1874, p. 105 et suiv.).

(2) Fallot, p. 17.

coralligène ou *tortonienne,* avec intercalation de couches saumâtres à *Potamides.* Le tout est recouvert à Pont-Pourquey par des sables un peu plus littoraux ou *helvétiens*, qui, à Léognan, succèdent directement aux couches les plus inférieures. Pour en venir à une conclusion, je rappellerai simplement que le vallon de Saucats a été creusé dans les faluns situés plus près du littoral de ces temps-là, ainsi que le montrent les fossiles d'eau saumâtre ; plus loin, succédaient les faluns de Léognan, sans fossiles saumâtres, et plus en aval encore, la mollasse de Martigues à *Pecten Besseri* et *P. scabrellus*, de zone laminarienne, *helvétienne*, sans fossiles décidément littoraux.

Encore plus éloignés du littoral, dans le bassin de la Leyre, sont les faluns de Salles et de la Sime, à *Cardita Jouanneti*, de zone plus rapprochée de la zone *tortonienne*, regardés comme supérieurs aux faluns de Saucats et de Léognan, tandis que je ne vois en eux que de simples zones de profondeur différente.

Des dépôts marins du même âge reparaissent dans les faluns de Pontlevoy et Manthelan en Touraine (1), et en lambeaux disséminés sur les terrains plus anciens dans l'Anjou, la Vendée, la Bretagne et le Cotentin (2). Au nord de la France, on en rencontre non loin du littoral, entre Anvers et l'île de Sylt, en y comprenant aussi le système *Boldérien* de la Belgique. Ils manquent en Angleterre et dans les pays plus septentrionaux d'Europe, où ils sont probablement remplacés par des dépôts continentaux.

Régions au nord des Alpes. — Revenons à la Méditer-

(1) Dujardin. Mémoire sur les couches du sol en Touraine (*Mém. soc. géol. de France,* vol. II, 1837).

G. Dolfuss et Ph. Dautzenberg. Etude préliminaire des coquilles fossiles des faluns de la Touraine (*Feuille des jeunes nat.*), 1886, etc.

(2) Vasseur. Rech. géol. terr. tert. France occ.

ranée. Le miocène moyen du bassin du Rhône passait par Chambéry et le lac du Bourget, du Dauphiné en Savoie et en Suisse, où il a été étudié par MM. Mayer, Baltzer, Dollfuss, Gutzwiller, etc., etc., pour occuper ensuite une grande partie de ce pays, du Vorarlberg et de la Bavière, c'est-à-dire toute l'ample dépression entre les montagnes du Jura et les Alpes, qui constituaient alors une île grandiose au milieu de la Méditerranée. La mollasse marine supérieure, *obere Meeresmollasse* ou *Muschelsandstein* des suisses appartient à cet âge; sa zone méridionale ou subalpine continue jusqu'à la Salzach (¹); l'autre, septentrionale ou préjurassique, suit le contour de la Forêt Bavaroise et du massif de Bohême, par Linz, Molt, Meissau, Eggenburg.

Ces dépôts qui se formaient aux pieds de massifs très amples et élevés, ont, en général, un caractère des plus côtiers et ont été regardés précisément comme les types de l'*Helvétien*; ils sont souvent accompagnés de couches saumâtres. Plusieurs géologues autrichiens en ont constitué la partie inférieure de leur *premier étage méditerranéen.*

Autriche-Hongrie et péninsule des Balkans. — Par les derniers dépôts que nous venons d'indiquer, nous avons touché à l'Autriche-Hongrie, où ces terrains ont été étudiés par une longue série de savants et ont été l'objet de discussions très intéressantes pour la classification de tous les terrains tertiaires. Je n'en indiquerai pas, même en résumé, la distribution topographique.

Le miocène moyen se répète avec les mêmes circonstances lithologiques et la même étendue qu'en Italie. Seulement, les formations littorales prédominent, ainsi

(¹) C. W. Gümbel. Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern, I, p. 756 et suiv.

qu'en Suisse, particulièrement dans la région extra-alpine : en Italie, en effet, il n'y avait que des îles très bornées, tandis que les mers autrichiennes étaient environnées de montagnes et de terres plus considérables. Ces formations tout à fait littorales constituent les couches de Horn (*Horner Schichten*), le *premier étage méditerranéen*, l'*Helvétien premier* de quelques auteurs.

Tout près des côtes, on rencontre aussi des couches de marais ou de lagune, avec *Dreissensia, Adachna*, *Unio*. Ce sont les *Kirchberger Schichten*, équivalents paléontologiques les plus exacts des couches à *Dreissensia* et *Adachna* de la Maremme en Italie.

Dans les couches littorales et même dans celles un peu plus éloignées des côtes, s'intercalent aussi les lits d'embouchure ou saumâtres, avec *Potamides*, qui ont été appelés *Messinien premier*. Plus au loin du littoral, on rencontre des sables et des calcaires grossiers (*Leithakalk*) de la zone laminarienne *helvétienne*, des argiles bleues coralligènes ou *tortoniennes* (*Badener Tegel*), identiques à celles de S. Agata et aux autres de l'Italie, et des marnes blanches de mer profonde, *langhiennes*, appelées vulgairement *Schlier*.

Jusqu'à nos jours, l'incontestable autorité de M. E. Suess [1] a fait accepter sa classification en deux étages : un *premier étage méditerranéen*, constitué inférieurement par les *Horner Schichten* et au-dessus par le *Schlier*, et un *deuxième étage méditerranéen*, plus récent, formé par les *Kirschberger Schichten*, le *Leithakalk* et le *Badener Tegel*, c'est-à-dire par l'*Helvétien* et le *Tortonien*, qu'on regarde justement et sans désaccord comme deux zones de profondeur différente d'un même étage.

[1] E. Suess. Ueber die Gliederung der tertiaer Bildungen zwischen dem Mannhart, der Donau und dem äusserem Saum des Hochgebirges (*Sitzungsb. d. Kais. Ak. d. Wiss.*, 1866). — Antl. d. Erde, I.

C'est cette réunion, au moins, qui doit faire préférer la classification généralement suivie par les géologues autrichiens à celle de M. Mayer et de plusieurs italiens.

Dans les derniers temps, MM. Tietze et Bittner ne se sont pas lassés de répéter que la division en deux étages n'était pas justifiée et qu'il s'agissait simplement de zones équivalentes et contemporaines ([1]). Bien que cette opinion n'ait été expliquée en détail qu'en 1884, MM. von Hauer et D. Stur avaient depuis longtemps manifesté des doutes sur la dite classification, et en 1881 et 1882, MM. Tietze ([2]) et Hilber ([3]) avaient montré qu'elle n'était pas applicable dans certaines régions. D'ailleurs, jusqu'en 1880, dans la description du miocène de Calabre ([4]) et peu après, dans une opinion publiée par le Dr Simonelli, selon mes indications ([5]), j'avais avancé pour le *Langhien*, l'*Helvétien* et le *Tortonien* de l'Italie, ces mêmes idées que j'ai toujours mieux précisées depuis. En Autriche, elles furent combattues par MM. Fuchs, R. Hörnes, Rzehak ([6]) et autres. Je n'essaierai pas de

([1]) E. Tietze. Vers. ein. Glied. d. unt. Neog. Zweite Folge (*Zeitsch. d. deut. geol. Ges.*, Jahrg. 1886).

A. Bittner. Noch ein Beitrag zur neueren Tertiaerliteratur (*Jahrb. d. K. K. geol. Reichs*, Bd. 36, 1886).

([2]) E. Tietze. Ueber die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Lemberg (*Jahrb. d. geol. Reichs.*, Wien, 1882).

([3]) V. Hilber. Die Stellung des ostgalizischen Gypses und sein Verhältniss zum Schlier (*Verhand. d. geol. Reichs.*, Wien, 1881, p. 130). Ueber neue und wenig bekannte Conchylien aus dem ostgalizischen Miocän (*Abhandl. d. geol. Reichs.*, Bd. 7, 1882).

([4]) De Stefani. Lejo, Mont., Capo Vat. (*At. Ac. Lincei*, Gennaio 1880, dicembre 1882); *Mem.*, S. 3, vol XVIII, 1884, capo XII, e p. 157, note 1.

([5]) V. Simonelli. *Loc. cit.*, p.

([6]) R. Hörnes. Die Fortschritte der Geologie (*Revue der Naturwissenschaften*, Köln und Leipzig, 1882, p. 6). — Zur Kenntniss der miocänen Meeresablagerungen der Steiermark (*Mitth. d. nat. wiss. Vereins für Steiermark*, Gratz 1883, p. 6).

Rzehak. (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1882, p. 114.) — Beitraege zur Kenntniss

résumer cet important débat, mais il faudra du moins exposer les raisons pour lesquelles je partage l'avis de MM. Tietze et Bittner.

Les *Horner Schichten* sont ainsi nommés parce qu'ils occupent le bassin de Horn, à l'ouest de Meissau, dans la Basse-Autriche, au milieu de montagnes qui étaient certainement soulevées, ce qui est attesté aussi par les couches inférieures lignitifères et d'eau saumâtre. Leurs équivalents aussi occupent tous des régions distinctes, tout près des montagnes. Les fossiles de Molt, Loibersdorf, Korod, Gauderndorf, Eggenburg et Meissau dans le bassin de Horn ([2]), présentent un caractère éminemment littoral, qui ne se répète pas aux autres niveaux du miocène viennois. Une comparaison avec les fossiles des calcaires à Nullipores, à *coralliaires*, à bryozoaires et des dépôts de Grund, Neudorf, Pötzleinsdorf, Gainfahrn, Grinzing, Baden, dans le même bassin de Vienne, nous fait voir des différences très considérables, il est vrai, mais dues uniquement aux divers degrés de la profondeur, qui était d'autant plus grande que de la première des dites localités nous passons à la dernière.

Le cachet littoral de la faune des couches de Horn est donné par les *Potamides*, la *Melanopsis*, *Nassa aff. reticulata* L., deux *Natica aff. millepunctata* et *aff. Josephinia* vivantes, *Panopaea*, *Venus umbonaria*, *Dosinia aff. orbicularis*, *Mytilus Haidingeri*, *Ostreae*, *Solen aff. vagina*, *Polia aff. legumen*, *Psammobia Labordei*, *Psammosolen*, *Solecurtus aff. strigillatus*, *Tellina*, *Lutraria*, *Avicula*

der Tertiärformation im ausseralpinen Wiener Becken (*Verh. d. naturforsch. Vereins in Brunn*, Bd. 21, 1883).

Fuchs. Vers. einer. Glieder. d. unt. Neogen (*Jahrh. d. geol. Reichs.*, 1885, *Zeitsch. d. deut. geol. Ges.*, 1885).

([1]) T. Fuchs. Geologische Uebersicht der jüngeren Tertiaerbildungen des Wiener Beckens (*Geologischer Führer*, Wien, 1877, p 11).

phalaenacea, *Pecten substriatus*, *Calyptraea sinensis*, etc. Les mollusques de Molt se distinguent de tous les autres, parce qu'ils habitèrent évidemment des lagunes tour à tour marines ou saumâtres; mais on peut les assimiler aux fossiles également saumâtres et en partie marins de la Madonnina-Rossa et de la gare de Sienne, qui ne sont pas les plus anciens du pliocène siennois et parmi lesquels se rencontrent le *Mytilus Haidingeri*, des *Turritella* (*triplicata* Broc., *varicosa* Broc.) homologues à celles de Molt, des *Potamides*, *Murex* et *Pleurotoma* spéciaux, une *Arca* (*syracusensis* May.) voisine de la *cardiiformis*, une *Natica* (*Pantanellii*, St.) alliée à la *redempta* de Molt. Les autres couches,dans lesquelles prédominent les lamellibranches, ont une frappante analogie avec les sables pliocènes de l'Italie, ainsi que l'ont déjà noté les paléontologues autrichiens, de telle manière que Rolle et, après lui, M. Fuchs, ont pu justement en comparer les faunes à celles des sables *astiens* les plus côtiers du pliocène. La liste des 21 bivalves de Gauderndorf, si l'on en excepte cinq espèces (*Cardium burdigalinum*, *C. Hoernesianum*, *Arca Fichteli*, *Mactra Bucklandi*, *Lutraria latissima*), pourrait servir pour une localité pliocène italienne. Les différences les plus remarquables sont dans les *Pecten*, qu'on sait avoir atteint leur plus grand développement pendant le miocène moyen. Des 23 gastropodes de Loibensdorf et Korod, selon les indications de M. A. Fuchs, il n'y a que *Ancillaria glandiformis*, *Pseudoliva bengadina*, *Voluta ficulina*, trois *Turritella* et peut-être *Sigaretus canaliculatus* qui soient caractéristiques du miocène. Le *Murex capito*, dont on ne connaît que deux exemplaires, a été rapproché de l'espèce oligocène de Philippi, mais à tort, parce que la forme de la spire, des tours et des côtes est très différente, ainsi que l'on peut s'en assurer en comparant les deux

figures de M. Hoernes et de Philippi [1]. *Fasciolaria* ou *Tudicla* (non *Fusus*) *Burdigalensis*, Bast., est très voisine, à tel point qu'on peut la confondre, avec une espèce pliocène, autrefois étudiée par moi, d'Altavilla en Sicile et du pliocène de Savone. Le *Cardium Kübecki*, Mor. Hoernes, bien loin de caractériser les couches inférieures du *premier étage*, ainsi que le prétend R. Hoernes [2], a été indiqué par nous à Benestare en Calabre, au-dessus des argiles tortoniennes [3]. Au surplus, toutes les espèces des couches de Horn se répètent par ci, par là dans les couches attribuées au *second étage* [4]. Une seule conclusion est donc possible : c'est-à-dire que les *Horner Schichten* n'ont point les caractères d'une grande ancienneté ; qu'ils sont les dépôts les plus littoraux du bassin de Vienne ; que, seulement à cause de cette circonstance, ils peuvent être distingués des autres couches du bassin, et qu'enfin, on ne peut pas se fonder sur eux pour établir comme individualité distincte un *premier étage* méditerranéen.

Les couches dites de Grund, type du *Grundin*, sous-étage de l'*Helvétien* de M. Mayer, sont classées dans le *deuxième étage*, mais pour ainsi dire au point de passage du *deuxième* au *premier*, parce qu'elles sont censées contenir plusieurs fossiles spéciaux aux couches de Horn : cela vient de ce qu'elles forment simplement un passage de la zone *littorale* à la *laminarienne*. M. Bittner a déjà

(1) Philippi. Beitraege zur Kenntniss der Tertiaerversteinerungen des nordwestlichen Deutschlands, 1843, p. 60, pl. 4, f. 19.

M. Hoernes. Die fossilen Mollusken des Tertiaer-Beckens von Wien, Bd. 7. 1856, p. 226, pl. 23, p. 10.

(2) R. Hoernes. Z. Kennt. d. mioc. Meeresabl. d. Steierm., p. 24.

(3) De Stefani. Jejo, Montalto, Capo Vat., p. 120.

(4) A. Bittner. Zur Litteratur der oesterreichischen Tertiaerablagerungen (*Verh. d. geol. Reichs.*, Wien, 1884). — Ein Beit. z. neuer. tert, Lit., 1886, p. 41 et suiv.

Tietze. Vers, ein. Glied. unt. Neog., 1886, p. 98.

prouvé à l'évidence que les 14 espèces de Grund considérées par M. Fuchs comme distinctives des *Horner Schichten* se répètent ailleurs dans le *deuxième étage*. J'ajouterai même que les cinq bivalves et quelque univalve ont survécu jusque dans le pliocène et ne peuvent être considérés comme les témoins d'un âge ancien, pas plus que comme les précurseurs d'un âge récent.

Quant au *Schlier* ou *Langhien*, qu'on attribue aussi au *premier étage*, au lieu d'exister toujours à la base du miocène, il se rencontre fréquemment au milieu et au-dessus des autres zones, de même qu'en Italie. En Galicie, la formation salifère attribuée au *premier étage* a été assimilée par Tietze aux gisements marins de la Podolie du *deuxième* (1). En plusieurs endroits de la Galicie, la faune du *deuxième étage* est sous-jacente à des faunes et à des couches attribuées au premier (2). Selon M. Suess lui-même, près Grusbach, des assises ayant le caractère du *Badener Tegel* sont recouvertes par le *Schlier* (3). A Laa, sur la Thaya, des sables avec la faune du *deuxième étage*, du type de Grund, alternent, selon Holler, dans le *Schlier* (4). Jusqu'à Ottnang, dans le haut du bassin du Danube, le gisement le plus classique du *Schlier* se trouve dans la partie supérieure du miocène moyen (5).

Au point de vue de la paléontologie, on a prétendu que la présence de céphalopodes et d'éponges est un

(1) Tietze. Ueb. die geol. Verh. von Lemberg.

(2) Tietze. Loc. cit., p. 68 et suiv.

Hilber. Die Stell. d. Gyps. *Verh. d. geol. Reichs.* 1881. — Ueb. n. Couchyl. aus d. osstgal. Mioc., 1882,

(3) Suess. Ueb. die Glied. d. tert. Bild., 1866, p. 45.

(4) A. Holler. Geologisch- palaeontologische Skizze der Tertiaerbildungen in der Umgebung von Laa an der Thaya (*Jahrb. d. geol. Reichs.*, 1870, p. 117).

(5) W. Gümbel. Die miocänen Ablagerungen und die Stellung des Schliers von Ottnang im oberen Donaugebiete (*Phys. Class. d. K. bayer. Ak. d. Wiss.*, 1887).

argument irréfragable pour distinguer le *premier étage*, particulièrement le *Schlier*, du *deuxième;* mais, ces classes de fossiles — qui, d'ailleurs, ne manquent pas en d'autres couches miocènes et pliocènes, — sont propres aux mers profondes, et par conséquent, doivent manquer, ou peu s'en faut, dans les sédiments *littoraux*. On peut en dire autant de toutes les espèces les plus caractéristiques du *Langhien* (*Solenomya Doderleini*, *Pecten denudatus*, etc.), qui doivent manquer nécessairement dans les autres zones, sauf par hasard, dans certaines couches de passage à la zone *tortonienne*. Il n'est donc point exact que le *Schlier* soit pour le *premier étage* ce que le *Tortonien* est pour le *deuxième* (1), du moment que *Langhien* ou *Schlier* et *Tortonien* sont deux zones bathymétriques tout à fait différentes. La faune des vertébrés terrestres en Souabe, en Autriche, en France, est la même dans le *premier* que dans le *deuxième étage*, ainsi que l'ont démontré MM. Suess, Fuchs, Hoernes (2). Il est vrai que M. Fuchs a essayé de montrer l'existence de quelque différence entre les deux étages (3), mais, selon M. Tietze, il n'y a pas réussi (4) : d'ailleurs, il est impossible qu'il n'y ait dans l'une ou l'autre localité quelque représentant d'une faune si imparfaitement connue, manquant ailleurs; cela ne pourrait affaiblir les conclusions dérivées de l'ensemble de la faune. Pour conclure, le *Schlier* n'est qu'une zone de mer profonde, contemporaine du *Tortonien*, de

(1) R. Hoernes. Ein Beitrag zur Gliederung der oesterreichischen Neogen-Ablagerungen (*Zeitsch. d. det. geol. Ges.*, 1875, p. 631).

(2) E. Suess. Ueber die Verschiedenheit in der Aufeinanderfolge der tertiären Landfaunen (*Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss.*, Bd. 47, 1863, p. 321).

Hoernes, *Loc. cit.*, p. 633.

Fuchs. Geol. Ueb. d. jüng. Tertiärbild. Wien. Beckens. 1877.

(3) Fuchs. Vers. ein. Glied., 1885, p. 160.

(4) Tietze. Vers. ein. Glied., 1886, p. 103.

l'*Helvétien,* des *Horner Schichten.* Pour en finir avec ces divisions et pour montrer encore une fois combien il y a peu d'accord entre les géologues qui suivent les dernières classifications, je dirai que les géologues autrichiens, qui ont fait leurs observations sur place, classent le *Schlièr* ou *Langhien* au-dessus des *Horner Schichten* ou *Helvétien premier,* tandis que, dans la classification de M. Mayer et de ses adhérents, ce dernier étage est placé en dessous.

De tout cela, il ressort en définitive que le *premier étage* n'est qu'un facies du *deuxième* et vice-versa, en excluant naturellement les couches de Bazas, de Mérignac, de Schio et d'autres lieux de la Vénétie qui ont été réunis aux *Horner Schichten* ou au *Schlier* par M. Suess, mais qui sont plus anciennes.

Je ne puis pas partager l'opinion de M. Suess, que la mer du *Schlier* fut une mer appauvrie d'organismes [1] : les fossiles macroscopiques sont rares, en effet, mais il y a des couches presque entièrement constituées d'organismes microscopiques tels qu'on n'en rencontre que dans les mers surabondantes de vie des zones profondes.

Le miocène moyen, principalement sous forme de *Langhien* ou de *Tortonien*, s'étend du bassin de Vienne à la Silésie prussienne, en Moravie, en Galicie, dans la Bukovine, en Hongrie, en Transylvanie, en Serbie, en Valachie, en Moldavie. Il vaut la peine de noter que, sur une zone très étendue, alignée au pied des Carpathes, de Wieliczka en Galicie jusqu'en Valachie, de même qu'en Transylvanie, des dépôts salifères paraissent au milieu de couches interposées ou équivalentes au *Schlier.*

Les couches de marais connues sous le nom de *Kirchberger Schichten* suivent le cours supérieur du Danube,

[1] Antl. d. Erde., I.

du canton de Schaffouse à Kirchberg sur l'Iller, à Ulm et à Dillingen et elles se répètent près de Brünn en Moravie, à Fünfkirchen en Hongrie et en Galicie ([1]).

Probablement, ainsi que le croyait Neumayr, il faut rapporter en grande partie à cet horizon les couches à *Melanopsis* et à *Fossarulus* avec *Dreissensia* de Miocic, Ribaric, Sinj, de la vallée de la Cettinja en Dalmatie ([2]), de la Bosnie et de l'Herzégovine ([3]), formées au milieu de bassins montagneux d'eau douce ou légèrement saumâtre. Ces couches contiennent *Emmericia, Lithoglyphus, Belgrandia (Stalioa), Pseudamnicola, Fossarulus, Prososthenia, Nematurella, Orygoceras*, etc. A cause des cinq premiers genres, qui sont toujours vivants, et de certaines analogies avec les *Nematurella* et les *Bythinidae* bilabiées du pliocène italien, ces terrains pourraient être

([1]) Dunker. Ueber die in der Molasse bei Günzburg unfern Ulm vorkommenden Conchylien und Pflanzenreste (*Palaeontographica*, I, 1851).

Krauss. Die Mollusken der Tertiaer-Formation von Kirchberg an der Iller (*Württenberg. naturwiss. Jahreshefte*, VIII, 1852).

Klein. Conchylien der Süswasserkalk Formationen Württenbergs (*Württenb. naturwiss. Jahresh.*, II, 1847).

Boeck. Ueber die geologischen und die Wasserverhältnisse der Stadt Fünfkirchen (*Jahrb. d. ung. geol. Anstalt*, Pesth, 1886).

Schalch. Ueber einige Tertiaerbildungen der Umgebung von Schaffhausen (*N. Jahrb. f. Min. u. Geol.*, 1881).

A. Rzehak. Beitraege zur Kenntniss der Tertiaerformationen im ausseralpinen Wiener Becken (*Verh. naturf. Verein in Brünn*, 1883).

F. Sandberger. Die Kirchberger Schichten in OEsterreich (*Verh. d. geol. Reichsanstalt*, 1883).

Lomnicki. Die tertiaere Süsswasserbildungen in Ostgalizien (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1886, p. 412).

W. Gümbel. (*Loc. cit.*)

([2]) S. Brusina. Fossile Binnensmollusken aus Dalmatien, Croatien und Slavonien. Agram, 1874. Orygoceras, ein neue Gattung der *Melanopsis* Mergel Dalmatiens (*Beit. z. Geol. und Pal. d. Oest. Ung*, II, 1882).

J.-B. Bourguignat. Etude sur les fossiles tertiaires et quaternaires de la vallée de la Cettina en Dalmatie. Saint-Germain, Bardin, 1880, etc.

([3]) M. Neumayr. Tertiaere Binnenmollusken aus Bosnien und Hercegovina (*Jahrb. d. geol. Reichs.*, XXX, 1880).

assimilés au pliocène ou même au miocène supérieur italien de Monte Rosi et du Casino près de Sienne ; mais les affinités paléontologiques avec les gisements qui alternent dans le miocène moyen de la Russie méridionale, de la mer de Marmara et des Dardanelles, la présence des genres *Fossarulus* et *Prososthenia*, du *Planorbis cornu*, de la *Melania Escheri*, ainsi que les observations stratigraphiques faites près de Dervent sur la Bosna, les rapprochent plutôt du miocène moyen.

Les dépôts du grand bassin lacustre d'Usküb en Macédoine, dans la vallée du Vardar, qui descend au golfe de Salonique, bassin découvert par Boué et Viquesnel (1), présentent les mêmes caractères et sont du même âge. De petites et singulières *Pyrgulidae* et des *Bythinidae* bilabiées y existent (2). Des bassins lacustres, probablement synchronisables, ont été également découverts par A. Boué dans les vallées du Struma et du Indz-Karasou (Viquesnel, *loc. cit.*).

Bassins de la mer Noire et de la Caspienne. — D'un autre côté, des gisements de zones *helvétienne* et rarement *tortonienne* paraissent dans la Russie méridionale, non seulement en Bessarabie et dans la Podolie occidentale, mais au milieu de la Crimée, dans la presqu'île de Kertsch (3), à Mélitopol, et au N., jusqu'aux bouches de la Kaonk dans le Dnieper (4). D'ici les dits gisements s'étendent jusqu'à la Caspienne (5) par le Kouban, le

(1) A Viquesnel. Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe (*Mém. de la soc. géol. de France*, S. 2, t. 1, 1844, p. 290).

(2) L. Burgerstein. Beitrag zur Kenntniss der jüngeren tertiaeren Süsswasser- dépots von Ueskueb (*Jahrb. d. geol. Reich.*, 1877).

(3) N. Anrussow. Die Schichten von Kamyschburun und der Kalkstein von Kertsch in der Krim. (*Jahrb d. k. k. geol. Reichs* Bd. XXXVI, 1886).

(4) N. Sokolow. Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 48 (Mém. du Com. géol., vol. IX, S. Pétersbourg, 1889, p. 123, 252).

(5) N. Andrussow. Sur les dépôts tertiaires du Daghestan (*Trav. Soc. nat. de St. Pétersb.* 1888) (en russe).

gouvernement de Stawropol, la province du Térek et le Daghestan. On croyait jadis, suivant une opinion d'Abich, qu'ils appartenaient à l'Eocène : la constatation de leur existence montre combien est peu vraisemblable l'opinion qui suppose la Caspienne séparée de la Méditerranée bien antérieurement au Miocène.

A l'est de la Caspienne, on les rencontre encore dans la région transcaspienne (1), prenant quelquefois un caractère un peu saumâtre, dans le Turkestan, selon les recherches de l'infatigable Mouschketow (2), au sud dans l'Azerbijan (3), dans les Karaghans (4), dans le Khorassan et dans l'Afghanistan occidental (5).

Sur les bords méridionaux de la mer Noire, Abich avait signalé en Arménie des couches marines, reconnues plus tard comme appartenant au miocène moyen (6).

M. Tchihatcheff en avait indiqué aussi dans les environs du lac de Derkos dans la Thrace orientale (7) ; mais M. Hochstetter, bien qu'il n'ait pas vu la localité, met en doute l'indication.

Bassin du Vardar. — Plus au midi, la presqu'île des Balkans était en grande partie exhaussée ; par conséquent, les dépôts décidément marins du miocène ne se rencontrent que très rarement sur ses bords extérieurs.

(1) N Andrussow. Ein kurzer Bericht über die in Jahre 1887, im transkaspischen Gebiet, ausgefürhten geologischen Untersuchungen (*Jahrbt. d. geol. Reichsanst.*, 1888.)

(2) J. Mouschketow. Turkestan, Saint Pétersbourg, t. I, 1886.

(3) E. L. Griesbach. Mittheilung aus Afghanistan (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1886, p. 152).

Suess. Ant. d. Erde, 1, p. 394, 399 : II, p. 383.

(4) H. Pohlig. Ueber das nordpersische Miocän (*Verh. d. Nat. Ver. Bonn*, 1886. *Sitzungsb*, p. 49.

(5) A. Rodler. Bericht über eine geologische Reise im westlichen Persien (*Sitzungsb. d. Ak. d. Wiss. Wien*, Bd. XCVIII, 1889, p. 32).

(6) Abich. Ueber das Steinsalz und seine geologische Stellung im Russischen Armenien (*Mém. Acad. imp. d. sc. de Saint Pétersbourg*, s. 6, t. VII, 1857).

(7) P. de Tschihatcheff. Le Bosphore et Constantinople. Paris. 1864.

Nous avons vu les formations lacustres de cet étage qui se rencontrent au milieu de la péninsule, en Macédoine, en Bosnie, dans l'Erzégovine, en Dalmatie.

Sur la mer Egée, on ne connaît à présent que les dépôts marins, pétris de fossiles, mais d'un âge encore un peu incertain, de Vouk-Han, entre Kavakli et Karatova dans la vallée du Vardar ([1]).

La mer de Marmara est de même entourée par des dépôts à *Potamides* et autres mollusques ayant un caractère un peu saumâtre ([2]), attribués au *Sarmatique*, c'est-à-dire aux temps plus récents du miocène moyen, et ils attestent, à mon avis, que la mer ouverte n'était pas trop éloignée.

Bord oriental de l'Adriatique. — En revenant du côté de l'Italie, ils ne reparaissent presque pas sur le bord oriental de l'Adriatique, bien qu'ils soient connus presqu'au milieu de cette mer, aux îles de Fremiti ([3]).

On a supposé, mais l'on n'a pas encore bien constaté, l'existence de calcaires de cet étage à Dulcigno dans le Montenegro ; selon A. Boué et selon les indications paléontologiques de Mor. Hoernes, il en existerait à Kruja sur l'Imi en Albanie ([4]) et probablement, on doit y rapporter les calcaires à *Potamides pictum* et bivalves d'Elbasan, un peu plus au Sud ([5]), sur le Skumbi. Je ne parlerai pas de plusieurs autres localités incertaines à cause du manque de fossiles bien déterminés.

Grèce. — Le calcaire de Trakones en Morée appartient

([1]) Viquesnel. Loc. cit., p. 290.

([2]) F. v. Hochstetter. Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei (*Jahrb. d. geol. Reichs.*, 1870).

([3]) A. Fellini. Osservazioni geologiche sulle isole Fremiti e sull' isola Pianosa nell Adriatico (Boll. Com. geol. 1890 .

([4]) A. Boué. Der albanesische Drin und die Geologie Albaniens (*Sitz. d. math. nat. Cl. d. Ak. Wien*, 1864, p. 179,.

([5]) Viquesnel. *Loc. cit.*, p. 268.

certainement à la zone *helvétienne* (1), et à la même zone doit appartenir le calcaire avec *Pecten* et dents de requins sous-jacent au gypse de l'île de Céphalonie (2). Dans l'île de Zante, M. Fuchs a trouvé des marnes blanches, sans doute très riches en organismes microscopiques, identiques à celles de Calabre et de Sicile attribuées au *zancléen inférieur*, par Seguenza. Elles sont recouvertes par un calcaire plus littoral, *helvétien*, (3).

Crète et Casos.—Les calcaires *helvétiens* se rencontrent aussi dans l'île de Crète, d'où je connais un calcaire à *Heterostegina* des environs de la Canée, rapporté par M. Manzoni, identique à celui du Capo-Vaticano en Calabre, et dans l'île de Casos, une des plus excentriques de l'archipel turc et de la mer Egée. M. Major m'en a rapporté un calcaire à *Lucina lamellosa*, qui reproduit parfaitement celui de Leitha, de Rosignano, etc., par conséquent, de zone *helvétienne*, et M. Bukowski y a signalé dernièrement d'autres fossiles (4).

Absence supposée du miocène moyen dans le bassin Egéen. — Selon MM. Hochstetter et Suess, on ne rencontrerait aucune trace de dépôts décidément marins de cet âge aux environs de la mer de Marmara et de la mer Egée, dans la région nord-ouest de l'Asie-Mineure et dans la partie centrale de la presqu'île balkanique, de sorte que M. Suess suppose que ces régions étaient totalement émergées et séparaient la mer septentrionale ponto-danubienne de la Méditerranée. La parfaite

(1) T. Fuchs. Studien über die jüngeren Tertiaerbildungen Griechenlands. (*Denk d. k. Akad. d. Wiss.*, *math. nat. Classe*, t. XXXVII, Wien, 1877, p. 26.

(2) W. J. Hamilton. On a tertiary Deposit near Lixouri in the island of Cephalonia (*Quart. J. geol. Soc.*, 1847, p. 109).

(3) T. Fuchs. Die Pliocänbildungen von Zante und Corfu (*Sitz. d. math. nat. Ak. d. Wiss.*, *Wien*, 1877).

(4) G. Bukowski. Der geologische Bau der Insel Kasos (*Sitzungsb d. k. Akad. d. Wiss. in Wien*, Bd. XCVIII, 1889).

correspondance des faunes au nord et au sud de cette prétendue barrière, et l'étendue des gisements à *Potamides* et autres espèces plus marines que saumâtres de cet âge sur la mer de Marmara ne sont pas des arguments favorables à cette hypothèse; au surplus, ces pays-là sont trop peu connus pour qu'on puisse se fier aux indications ou plutôt au manque d'indications actuel; on a trouvé le miocène à Casos, et nous avons vu que son existence est très probable aussi dans la vallée du Vardar, à l'extrémité opposée du bassin Egéen. Cependant l'existence de couches littorales, avec fossiles saumâtres ou d'eau douce, à Troie et tout autour de la mer de Marmara, ainsi que nous le verrons, atteste que dans ces régions existaient des terres comparables aux terres actuelles et que les communications entre la mer Noire et la mer Egée n'étaient pas très amples.

Asie Mineure.— Des dépôts très littoraux, semblables à ceux de Horn, s'étendent plus à l'Est dans l'extrémité orientale de la Méditerranée, sur le littoral méridional de l'Asie Mineure, dans la Carie jusqu'à Davas au Nord (1), en Licie, dans la Cilicie Pétrée (2), en Syrie (3), enfin, dans la vallée de l'Euphrate, par où la Méditerranée communiquait peut-être avec l'Océan indien (4). A Chypre (5), en Cilicie, en Syrie, selon les descriptions

(1) G. Bukowski. Grundzüge des geologischen Bau der Insel Rhodus (*Sitzungsb. d. Ak. d. Wiss. Wien*, 1889, p. 60).

(2) P. de Tchihatcheff. Sur les dépôts de l'Asie Mineure (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 2, vol. VII, 1850). — Dépôts tertiaires d'une partie de la Cilicie Pétrée, de la Cilicie Champêtre et de la Cappadoce (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 2, vol. XI, 1854). — Asie Mineure, Géologie, t. 3, 1869, p. 15.

(3) A. Gaudry. Géologie de l'île de Chypre (*Mém. Soc. géol. de France*, s. 2, t. VII, 1862, p. 28).

(4) Loftus. On the geology of portions of the Turco-Persian frontiers (*Quat. Journ. Geol. Soc.*, 1855).

(5) Gaudry. *Loc. cit*, p. 168 et suiv.

des auteurs, abondent aussi les marnes blanches, probablement *langhiennes* et tout à fait pélagiques.

Côtes de l'Afrique. — Au midi de la Méditerranée, le miocène moyen apparaît, avec un facies *helvétien*, dans la Tripolitaine, en Egypte, dans les environs de Suez et au nord de l'oasis de Siuah (1), d'où j'ai vu récemment une belle série de fossiles rapportés par le voyageur Robecchi. La mer lybienne était très peu profonde et les fossiles, selon les descriptions de M. Fuchs, sont très semblables aux fossiles européens, bien qu'il y ait quelque rare type indo-pacifique (*Placuna miocenica*, Fuchs) : de telle sorte qu'il faut croire que les communications entre la Méditerranée et l'Océan indien par la mer Rouge étaient très limitées.

Plus à l'Ouest, les mêmes couches se répètent en Tunisie, en Algérie (2), particulièrement dans la province d'Oran, et dans le Maroc. MM. Renou, Ville, Pomel, Bleicher, Brossard, Coquand, Péron et bien d'autres les ont illustrées. Elles occupent, non seulement les bords de la Méditerranée, mais parfois aussi la dépression entre les deux zones de l'Atlas. Il est probable que la Méditerranée communiquait avec l'Atlantique par la région sablonneuse et déserte qui s'étend du golfe de Gabes à l'Atlantique par le sud du Maroc, entre l'Atlas et le Sahara, plus amplement que par le détroit du Guadalquivir, au Nord.

(1) K. A. Zittel. Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der libyschen Wuste und der angrenzenden Gebiete von Aegypten (*Palaeontographica*, 1883).

(2) H. Coquand. Description géologique de la province de Constantine (*Mém. Soc. géol. de France*, s. 2, t. V, 1854, p. 124).

E. Brossard. Essai sur la constitution physique et géologique des régions méridionales de la subdivision de Sétif (*Mém. Soc. géol. de France*, s. 2, t. VIII, p. 266).

A. Péron. Essai d'une description géologique de l'Algérie (*Ann. des sc. géol.*, t. XIV, 1883, p. 166), etc., etc.

Couches Sarmatiques. — Les couches appelées *Sarmatiques* appartiennent exclusivement aux grands bassins de la mer d'Azow, de la mer Noire, de la mer de Marmara, de la Caspienne et du lac Aral.

Dans le bassin de Vienne et aux environs de la mer Noire, elles recouvrent tous les autres dépôts du miocène moyen. Elles sont caractérisées par une faune de mollusques très pauvre, avec *Potamides*, *Goniochilus*, *Pseudostrombus*, *Ervilia*, *Adachna*, et plusieurs espèces d'eau douce ou saumâtre, ou de genres qui vivent ordinairement dans la mer. Les coraux, les oursins, les brachiopodes, les ptéropodes manquent; les foraminifères, sauf certaines espèces, les bryozoaires et les crustacés sont très rares.

A Troie, en d'autres endroits sur la mer de Marmara et sur les Dardanelles, on observe au milieu des couches saumâtres des alternances d'autres couches d'eau plus douce (1), qui semblent aussi représenter à elles seules ce niveau dans la presqu'île de Cassandre en Chalcidique (2). De même, selon MM. Sintzow, Androussow, Sokoloff, dans la Russie méridionale, savoir, dans la Tauride, en Bessarabie, dans la vallée du Dniéper, se retrouvent, supérieurement des assises avec *Dreissensia*, *Melanopsis*, *Planorbis*, *Goniochilus*, *Neritina* (3), dont le caractère diffère de celui des *Kirchberger Schichten*. M. Androussow les appelle couches *mœotiques*.

(1) R. Hoernes. Ein Beitrag zur Kenntniss tertiaeren Binnen-Faunen (*Sitz. d. k. Akad. d. Wiss.*, LXXIV, 1876).

F. Calvert und M. Neumayr. Die jungen Ablagerungen am Hellespont (*Denk. d. Ak. d. Wiss. Wien, Math. nat. Classe*, Bd. XL, 1880).

(2) L. Burgerstein. Geologische Untersuchungen im südöstlichen Theile der Halbinsel Chalkidike.

(3) N. Andrussow. Die Schichten von Kamyschburun und der Kalkstein von Kertsch in der Krim (*Jahrb. d. geol. Reichs.*, Bd. 36, 1886).

N. Sokoloff. Compte rendu préliminaire des recherches géologiques entre les rivières Konka, Molotschnaia et la mer d'Azow (*Bull. com. géol. de Russie*, 1888, n° 2).

Le bassin où toutes ces espèces vivaient, plus grand à lui seul que la Méditerranée actuelle, s'étendait des Alpes orientales à l'Ust-Urt par la Carinthie, le bassin de Vienne, le Banat, la Transylvanie, la Galicie, la Bukovine, la Crimée, la Bessarabie, la Moldavie, la Roumanie, la Bulgarie, la Thrace, les environs de la mer de Marmara et tout autour de la Caspienne et de l'Aral, en occupant les steppes de la Russie méridionale (1).

Dans les bassins de la Caspienne et de l'Aral, les couches sarmatiques représentent les derniers résidus d'une formation marine; quel qu'il soit, le singulier ensemble de cette faune a attiré depuis longtemps l'attention des savants autrichiens, qui reconnurent que c'était une faune d'eau saumâtre. Je ne doute pas qu'il y ait une certaine différence d'espèces d'une couche à l'autre, selon le différent degré de salinité des eaux. Nous trouvons des espèces très semblables dans le pliocène de l'Italie et toujours dans des dépôts qui ont l'apparence d'avoir été d'eau saumâtre, en compagnie d'espèces parfois marines, bien que non de mer profonde, parfois de lagune ou d'eau presque douce.

A cause des enseignements qu'on en peut recevoir, je reproduirai la liste des espèces *sarmatiques* donnée par M. Fuchs (2), bien qu'elle ne soit pas la plus complète, en indiquant par des majuscules les noms regardés par les auteurs comme caractéristiques du niveau, et en ajoutant les espèces correspondantes du pliocène.

(1) Suess. Antl. d. Erde, 1, p. 414.

(2) Fuchs. Geol. Ueb. Wien. Beck., p. 33.

Bittner. Ueb. d. Charakt. d. sarm. Fauna, 1883, p. 136.

N. Andrussow. Beobachtungen über geologischen Untersuchungen in dem Umgebung der Stadt Kertsch (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1884).

ESPÈCES SARMATIQUES.	ESPÈCES PLIOCÈNES.
PSEUDOSTROMBUS DUPLICATUS, Sow. „ VERNEUILI, d'Orb.	*Pseudostrombus Pieragnolii*, De St. Dans les couches saumâtres inférieures à *Potamides* du Ponte-a-Elsa.
Nassa Dujardini, Desh.	*Nassa pulchra* d'Anc. (De St. et Pant., non Bellardi.) Dans les couches saumâtres inférieures à *Peringia*, *Potamides* et mollusques marins de Pescaia et de Tressa près de Sienne.
BULLINA LAJONKAIREANA, Bast.	*Bullina spirata*, Broc. Je ne la connais que dans les dépôts de la mer.
Cylichna truncata, Mtg.	*Cylichna truncata*, Mtg. Je ne la connais que dans les dépôts marins.
Columbella scripta, Bell.	*Columbella trinodis*, Mgh. *C. semicaudata*, Bon. *C. vittata*. De St. et Pant. Se trouvent dans les couches saumâtres à *Nassa pulchra*, *Potamides*, *Peringia*, *Cardium edule*, *Neritina*, etc., à plusieurs niveaux dans le Siennois et ailleurs.
POTAMIDES DISJUNCTUM, Sow.	*Potamides etruscum*, Mayer. Très commun dans les couches saumâtres à *Cardium*, *Loripes*, etc., à Pescaia (Sienne) et dans le Val-d'Elsa.
P. Duboisi, Hoern.	
P. nodoso-plicatum, M. Hoern.	*P. nodoso-plicatum*, M. Hoern.

	Commun dans les dépôts saumâtres du pliocène de Sienne et du Val d'Elsa. Il rappelle de très près le *P. sardoum*, Cant. des marais salants de la Méditerranée.
P. PAULI, R. Hoern. *P. pictum*, Bast.	*P. Giulii* De St. Dans les couches saumâtres de Pescaia et dans le Postpliocène inférieur de Vallebiaia. Le *P. Bargellinii*, De St., de Limite près d'Empoli, le *P. atticum*, Gaud. et Fisch., de Megara, le *P. Basteroti*, M. Serres, du bassin du Rhône, toutes espèces pliocènes et saumâtres, sont très semblables.
Cerithium rubiginosum, Eich.	*Cerithium nepos*, De St. Dans les couches saumâtres, près de celles à *Mactra donaciformis* de Pescaia.
Cerithiolum scabrum, Ol.	*Cerithiolum scabrum*, Ol. Très commun dans le pliocène, mais non dans les dépôts saumâtres.
C. spina, Partsch.	*C. spina*, Partsch. Extrêmement commun dans les couches saumâtres.
MELANIA APPLANATA, Fuchs. M. SUTURATA, Fuchs.	
Melanopsis impressa, Krauss.	*Melanopsis flammulata*, De St. Avec *Cardium*, *Potamides*, *Peringia* et avec quelque rare espèce tout à fait marine dans tous les dépôts saumâtres du Siennois, ainsi que dans les couches tout à fait d'eau douce.

RANÉE.

	E			POSTPLIOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN.
	le res.	Zone coralligène	Zone profonde	
Bassin caspien et ses environs	PSEUSES ET SALIFÈRES.			
	. Crag .			*plus* de l'Allemagne, etc.

TABLEAU DES TERRAINS TERTIAIRES SUPÉRIEURS DE LA MÉDITERRANÉE.

	MIOCÈNE MOYEN.			MIOCÈNE SUPÉRIEUR	PLIOCÈNE				POSTPLIOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN.
	Zone littorale et des laminaires (*Helvétien*)	Zone coralligène (*Tortonien*)	Zone profonde (*Langhien*)		Dépôts d'eaux douces ou saumâtres (*Levantin*).	Zone littorale et des laminaires.	Zone coralligène	Zone profonde	
Bassin caspien et ses environs.	*Helvétien* et *Sarmatien*. Stavropol, Térek, Daghestan, Perse, Turkestan, Afghanistan.			Calcaire des steppes.	COUCHES A CONGÉRIES, GYPSEUSES ET SALIFÈRES.				
				Dépôts à *Hipparion* de Maragha.					
Russie méridionale.	*Helvétien* et *Sarmatien*. Couches *prépontiques*.			Couches à congéries ou étage *Pontique*. Dépôts avec *Hipparion* de Balta.	Presqu'île de Taman, Kuban, Novotscherkask, Oural, Crimée Occidentale.				
Bassin du Danube et Autriche-Hongrie.	*Sarmatische Stufe*. *Leithakalk*. *Grund-Schichten*. *Kirchberger-Schichten*. *Horner-Schichten*.	*Badener Tegel*.	*Schlier*.	*Belvedere-Schotter*. *Congerien-Schichten*. *Pontische Stufe*.	LEVANTINISCHE STUFE.				
Suisse.	*Helvétien*. *Obere Meeres-Mollasse* ou *Muschelsandstein*.			*Œninghien*. *Obere Süsswasser-Mollasse*.					
Iles de la Mer Egée et Turquie d'Europe.	*Sarmatien* de la Chalcidique. Vallée du Vardar, Kruja, Elbasan. Bassins d'Uskueb, du Struma, du Indz-e-Karasu. Casos, Crète.			Couches à congéries d'Ypek ?, Lus-Han, vallée d'Andrinople, Chalcidique. Couches gypseuses de Carpathos, Crète, Armathia. Tufs calcaires de Carpathos, Cos, Chios, Lemnos, Imbros. Dépôts à *Hipparion* de Samos.	Couches à *Vivipara* d'Ypek. Couches Levantines de Rhodes, de Cos, de Crète.	Couches de Lardos? et de Calavardha dans l'île de Rhodes, de Cos, de Crète.			Mylos? Kimolos? Tenedos? Couches à *Cyprina islandica* de Rhodes.
Asie Mineure, Syrie et Chypre.	*Sarmatien* de Troie. Arménie, Carie, Licie, Cilicie pétrée, Syrie, vallée de l'Euphrate.		Marnes blanches de Cilicie, de Syrie, Chypre?	Couches gypseuses de Chypre et du sud de l'Asie mineure. Marnes et calcaire de Smyrne, d'entre Vurla et Tschesmé. Couches avec *Hipparion* de Troie.					Dépôts avec *Strombus* de l'île de Chypre.
Grèce et îles des Mers Adriatique et Ionienne.	Calcaires de Trakones, Zante, Céphalonie.		Marnes de Zante.	Couches à congéries de la Béotie. Couches gypseuses de Zante, Pelagosa. Dépôts à *Hipparion* de Pikermi.	Couches à *Melanopsis* de Stamna, de Mégare. Couches à congéries de Daphné, de Livonates, de l'isthme de Corinthe.	Sables de la Morée. Calcaires de Cerigos.			Dépôts de l'isthme de Corinthe.
Italie.	*Helvétien*, *Serravallien*. *Messinien premier*.	*Tortonien*.	*Langhien*. *Zanclèen inférieur*.	Couches à congéries. Etage *Pontique*. *Piano gessoso-solfifero*.	Bassins lacustres alpins et apenniniques. *Arnusien*. *Villafranchien*. Couches Levantines du Trasimeno.	*Astien* et *Plaisancien pro parte*. *Zanclèen supérieur*. Sables et calcaires.	*Plaisancien pro parte*. Argiles bleues.	Marnes blanches.	Dépôts à *Cyprina islandica* de l'Emilie, de Livourne, M. Mario, Vallebiaia. Dépôts avec mollusques polaires de Monte-Pellegrino et Ficarazzi. Couches à *Strombus bubonius*.
France.	Groupe de Visan.	Couches à *Ancillaria glandiformis* du bassin du Rhône.	Couches à *Aturia* de Vence.	Couches à congéries et à *Melanopsis* de la plaine d'Aleria, de la Tourette, de Théziers, du Haut-Comtat. Couches à *Hipparion* du bassin du Rhône.	Couches à *Potamides*; marnes d'eau douce et tufs du bassin du Rhône.				
Péninsule ibérique.	Catalogne, Grenade, Séville, Algarves, Baléares.			Couches gypseuses et dépôts à *Hipparion* des provinces de Teruel, Barcelone, Aragon, Grenade, de la Cerdagne, d'Alcoy.		Sables des bassins de la Muga, du Ter, du golfe de Papiol, de la province de Grenade.	Argiles bleues.		Dépôts à *Strombus bubonius* des Baléares.
Afrique.	Maroc, province d'Oran, Tunisie, oasis de Siwah, environs de Suez.			Couches gypseuses des bords du Sahara?	Formation lacustre de l'Ouadi-el-Kébir. Ouadi-Halfa.	Calcaires à *Amphistegina* et sables de l'Ouadi-el-Mellaha? des environs d'Alger, du golfe de Gabès.	Argiles bleues des environs d'Alger.		Dépôts à *Strombus bubonius* de l'Algérie et de la Tunisie.
Bassin Atlantique.	Faluns de la Gironde, de la Touraine; Anjou, Vendée, Bretagne, Cotentin. Système *Boldérien*.	Faluns de Salles et de la Sime : falun du Péloua à *Ancillaria*.		Faluns de la Basse-Loire, de St-Georges de Bohon? Couches à *Hipparion* du Cantal, des Hautes Pyrénées, de la Vieille-Castille.	Crag fluvio-marin de Norwich.	Dépôts à *Nassa prismatica* de la Loire-Inférieure, du Morbihan, de la Bretagne, du Cotentin. *Diestien* et *Scaldisien* de la Belgique, des Pays-Bas, du Schleswig, du Holstein, de l'île de Sylt. Crag corallin, Crag rouge.			*Forest-bed*. Crag de Weybourne. Dépôts à *Leda myalis*; dépôt glaciaire des Iles Britanniques, de la Suède. Dépôts à *Cyprina* de l'Allemagne, etc.

Murex subclavatus, Bast.	*Murex truncatulus*, For. D'un type différent du *M. subclavatus*. Il est fréquent dans plusieurs dépôts saumâtres du Siennois.
NACELLA PYGMAEA, Stol.	
Natica helicina, Broc. Probablement l'espèce sarmatique ne doit pas être confondue avec la *N. helicina*, qui appartient exclusivement aux couches marines coralligènes.	*Natica Pantanellii*, De St. Fréquente dans les couches saumâtres à *Cardium, Potamides, Peringia* du Siennois.
Gaillardotia picta, Fér.	*Gaillardotia Sena*, Cant. Ainsi que la *Melanopsis*, elle se trouve fréquemment dans le Siennois, dans les couches saumâtres non moins que dans les dépôts d'eau douce.
PERINGIA IMMUTATA, Frauenf.	*Peringia procera*, Mayer, et plusieurs autres *Peringia* sont communes dans les dépôts saumâtres.
HYDROBIA ? FRAUENFELDI, Hörnes.	
PLANORBIS VERMICULARIS, Stol.	
CLAVATULA DODERLEINI, M. Hörn.	
C. SOTTERI, Michlt.	
	Clavatula romana Def. D'un type différent des *C. Doderleini* et *C. Sotteri;* commune à plusieurs niveaux dans les couches saumâtres du Siennois, avec *Cardium, Potamides, Peringia*, etc.
GONIOCHILUS ANGULATUS, Eichw.	Je ne connais pas de *Goniochilus* dans le pliocène, sinon (*G. Zitteli*, Schw) dans les eaux douces.
G. INFLATUS, Eich.	

Gibbula biangulata, Eich.	*Gibbula adriatica*, Phil., var. *Seguenzai*, De St. et Pant. Commune dans les dépôts un peu saumâtres à *Periagin Potamides*, etc.
TROCHUS CELINAE, Andrz.	*Trochus simulans*, De St. et Pant., des dépôts à *Potamides* du Siennois a un peu d'affinité avec lui.
T. ORBIGNYANUS, M. Hoern.	
T. PICTUS, Eich.	
T. PODOLICUS, Partsch.	
T. POPPELACKI, Part.	
T. QUADRISTRIATUS, Dub.	
TURBO AUINGERI, Fuchs.	
CARDIUM OBSOLETUM, Eich.	*Cardium edule*, L. C'est une des espèces les plus caractéristiques des eaux saumâtres et à salinité variable.
CARDIUM PLICATUM.	
DONAX LUCIDA, Eich.	
ERVILIA PODOLICA, Eich.	*Ervilia italica*, De St. *E. Nardii*, De St. *E. minutissima*, De St. La première espèce est très voisine de celle du Sarmatique. Elles se trouvent toutes dans les dépôts saumâtres à *Cardium, Potamides, Peringia* du Siennois et de l'Ombrie.
Gastrana fragilis, L.	*Gastrana fragilis* L. Commune dans les couches saumâtres autant que dans les marines.
Loripes Dujardini, Desh.	*Loripes Savii*, De St. Il appartient presque exclusivement aux couches saumâtres de la Toscane;

	dans les dépôts marins il est remplacé par une forme plus voisine de *L. leucoma*, Turt.
MACTRA PODOLICA, Eich.	*Mactra Pecchiolii*, Lawley; *M. donaciformis*, De St. Très semblables à l'espèce sarmatique; elles sont représentées par des individus innombrables, mais localisées dans certaines couches interposées à celles avec *Potamides* et *Peringia* du Siennois et du Val d'Arno inférieur.
MODIOLA MARGINATA, Eich.	
M. VOLHYNICA, Eich.	
Ostrea gingensis, Schlt. var. *sarmatica*.	*Ostrea edulis* L. Très fréquente dans quelques couches saumâtres à *Cardium, Potamides, Peringia*.
Pholas sp.	Je ne connais pas de *Pholas* dans les couches saumâtres du pliocène.
Psammobia Labordei, Bast.	*Psammobia Labordei*, Bast. Je ne l'ai trouvée que dans les dépôts marins.
SOLEN SUBFRAGILIS, Eich.	
SYNDOSMIA SARMATICA, Fuchs.	*Syndosmia ovata*, Phil., fréquente dans les dépôts des eaux saumâtres du pliocène et du récent.
Tapes gregaria, Partsch.	Il n'existe pas dans le pliocène une espèce analogue : par contre, la *Tapes Fuchsi*, Cafici et la *T. depressa*, Mgh. qui rappellent beaucoup l'espèce sarmatique sont très communes dans les dépôts marins du miocène moyen de l'Italie et de la Sicile.

En comparant toutes ces espèces du miocène et du pliocène avec celles qui vivent toujours dans la Méditerranée, on s'aperçoit que les analogies les plus intimes sont avec la faune à *Peringia*, *Cerithium*, *Potamides*, *Nassa variabilis*, *Loripes*, *Cardium*, foraminifères, balanes, crustacés brachioures, ostracodes, des étangs d'Orbetello ([1]), de Diana en Corse, de Quiberon sur l'Atlantique (maintenant détruit), des salines de Trapani, du Fusaro, des lagunes de la Goulette en Tunisie, des lacs Amers en Egypte ([2]), de la mer Noire. Ce dernier bassin rassemble, sauf un plus grand nombre d'espèces, tous les mêmes organismes qui vivent dans les dits étangs et lagunes, dont la faune pourrait très bien s'appeler d'un seul nom, *pontique*, si ce nom n'avait déjà reçu une autre signification un peu différente. Les analogies entre la mer Noire et la mer Sarmatique avaient été déjà signalées par Fuchs ([3]). De 37 genres de mollusques, il y en a 27 en commun; plusieurs espèces ont survécu, avec peu ou point de changement (*Bulla*, *Cylichna*, *Cerithium doliolum*, *C. rupestre*, *C. vulgatum*, *Potamides ferrugineum*, (aff. *disjunctum* Sow.), *P. Sardoum* Cant. (aff. *nodosoplicatum* Hoern.), *Monodonta*, *Cardium edule*, *Loripes leucoma*, *Gastrana fragilis*, *Ostrea edulis*). On ne peut pas dire, avec M. Suess, que les *Ostrea* appartiennent exclusivement aux eaux marines normales.

([1]) D. Pantanelli. Molluschi dello stagno d'Orbetello (*Boll. Soc. malac. it.*, 1887).

G. Terrigi. I rizopodi (reticolari) viventi nelle acque salmastre dello stagno d'Orbetello (*Rend. R. Acc. Lincei*, 19 giugno, 1887).

([2]) G. G. Brady and D. Robertson. The ostracoda and foraminifera of tidal rivers (*Ann. and. Mag. of. Nat. Hist.*, s. IV, octob. 1870).

([3]) T. Fuchs. Ueber die Natur der sarmatischen Stufe und deren Analogen in der Jetztzeit (*Sitzungsb d. Ak. d. Wiss.*, LXXV, 1877).

Bittner. Ueber den Charakter der sarmatischen Fauna des Wiener Beckens (*Jahrb. d. geol. Reichs.*, XXXIII, 1883, p. 140).

Le caractère des bassins à faune *pontique*, ainsi que nous l'avons dit dès le commencement, est d'être tour à tour moins ou plus salés que la mer: vicissitude qui suit ordinairement la succession des saisons. L'étang d'Orbetello en Italie, avant les derniers travaux, très peu salé en hiver, avait 4,89 p. 100 de sels en été (1). La mer Noire et la mer d'Azow ont une teneur assez petite de sel, c'est-à-dire de 0,6 à 1,9 p. 100 (2) au lieu de 3,63 à 3,93 comme la Méditerranée (3); mais la lagune du Siwasch dans la mer d'Azow, éloignée de l'embouchure d'affluents importants, arrive jusqu'à 17, 374 p. 100 de sel (4). Il est vraisemblable que les lagunes où se sont formées plusieurs couches pliocènes d'eau saumâtre, et le bassin des dépôts miocènes sarmatiques, ainsi que l'a supposé M. Fuchs (5), étaient ordinairement remplis par des eaux moins salées que la mer, dont la salinité cependant ne devait pas descendre au-dessous de certaines limites; mais parfois aussi, comme le fait observer M. Hoernes (6), ils devaient avoir une salure plus grande que la mer. Cette salure plus grande devait se rencontrer dans certaines lagunes littorales et pendant certaines saisons de l'année. Le caractère de la faune nous atteste que les circonstances de la mer Sarmatique ne devaient pas être très différentes de celles de la mer Noire actuelle; des fleuves grandioses, le Danube, le Dnieper, le Don, le Volga, l'Ural, le Sir-Daria, l'Oxus en adoucissaient les eaux,

(1) E. Bechi. Analisi delle acque del padule di Scarlino (*Atti d. R. Acc. dei Georgofili*, 1862, o. 289).

(2) Kasparek. Studien über die physik. Verhältnisse des Schwarzen und Azowischen Meeres (*Mitth. aus d. Gebiete d. Seewassers*, Pola, XIV, 1886, p. 327).

(3) Suess. Ant. d. Erde, II, 1888, p. 352.

(4) F. Göbel. Ueber die in d. Bestande einiger Salzseen der Krym vor sich gehenden Aenderungen (*Bull. Ac. Saint Pétersbourg*, V, 1863).

(5) Fuchs. Ueb. Nat. sarm. Stufe.

(6) R. Hoernes. Sarmatische Ablagerungen in der Umgebung von Gratz (*Mitth. d. naturwiss. Ver. f. Steiérmark*, 1878, p. 4).

qui se déversaient dans la Méditerranée par des courants superficiels, tandis que des courants inférieurs, provenant de cette mer, empêchaient les eaux de descendre au-dessous d'un certain degré de salinité. Si cette mer Sarmatique eût été fermée, ainsi que plusieurs géologues l'ont supposé, ses conditions et sa faune auraient été bien différentes et plus semblables à celles de la Caspienne et de bassins encore moins salés. Puisque la mer Sarmatique ne couvrait pas toutes les régions méditerranéennes, dans celles situées plus au midi se déposaient en même temps les dernières couches marines du miocène moyen.

On avait supposé d'abord que la faune sarmatique était venue du Nord par l'ouverture de nouvelles communications avec les mers polaires, ce qui aurait montré l'existence d'un affaissement du sol plutôt que d'un exhaussement tel qu'on se serait cru autorisé à le déduire de l'adoucissement successif des eaux. Mais M. Schmidt a montré qu'une telle communication ne pouvait pas avoir existé (1). D'ailleurs M. Bittner a prouvé que la faune sarmatique vivait déjà dans les temps antérieurs (2), et que dans la même région, des dépôts franchement sarmatiques alternent dans les couches marines plus anciennes, ainsi qu'en Galicie selon Hilber, et ailleurs (3).

M. Suess a supposé aussi que cette faune avait disparu complètement dans les âges suivants (4); mais nous avons déjà vu qu'elle se continue jusque dans le pliocène et même dans l'âge actuel.

(1) F. Schmidt. Briefe an F. v. Richtofen (*Zeitsch. der deut. geolog. Ges.*, t. XXIX, 1877, p. 830, 837).

(2) Bittner. Ueb. d. Char. d. sarm. Fauna, 1883. — Noch ein Beit. z. Tert. Lit., 1886, p. 12 et suiv.

(3) Bittner. Ueb. d. Charak., p. 149.

(4) *Loc. cit.*, I, p. 418.

En résumé *Helvétien*, *Tortonien*, *Langhien*, *Messinien premier* de M. Mayer, *Zancléen inférieur* de Seguenza, *premier étage méditerranéen*, *Schlier*, *deuxième étage méditerranéen* de M. Suess sont synonymes et ne représentent qu'autant de zones de profondeurs différentes de ce terrain que, suivant la plupart des géologues français, nous avons appelé miocène moyen. Sans doute on pourra plus tard établir scientifiquement des distinctions entre les couches les plus anciennes et les plus récentes; mais ce sera pour toutes les zones susdites et par des criteriums tout à fait différents des actuels.

M. Suess, on le sait, a attribué à des âges différents et successifs les *couches de Horn*, le *Schlier*, le *deuxième étage méditerranéen*, qui, représentant selon nous autant de zones bathymétriques différentes, ne peuvent que par exception se succéder verticalement les uns aux autres, mais doivent occuper de préférence des régions topographiquement séparées et distinctes. Par conséquent, l'illustre savant viennois a supposé que les contrées circum-méditerranéennes dans lesquelles l'une ou l'autre des dites zones manque, étaient émergées sous forme de montagnes et d'îles qui se seraient ensuite effrondrées pour donner lieu aux bassins (*Kessel*, *Einstürze*, *Einbrücke*) et aux dépôts des âges successifs. Ainsi, il suppose que dans la période du *Schlier* (1), des affaissements extraordinaires se sont manifestés, en Toscane, en Autriche, dans la Hongrie occidentale, en Styrie, et qu'en même temps la dépression alpine de Vienne s'est dessinée, les Alpes se sont séparées des Carpathes, l'échancrure orientale des Alpes avec le golfe de Graz s'est formée, la fracture d'où sortit plus tard vers l'Est le Danube, s'est préparée, et que les effondrements appelés par lui intra-

(1) Suess. Antl. d. Erde, I, Abschn. IV, p. 445 et *passim*.

apenniniques du côté de la Toscane, ont commencé. Peut-être, dit-il, se formèrent aussi la plupart des fractures intercarpathiennes [1]. Ce n'est pas le cas d'entrer dans des discussions théoriques; je dirai seulement qu'en acceptant des vues autres que celles de M. Suess sur la distribution des terrains miocènes, ces suppositions tombent d'elles-mêmes.

[1] *Loc. cit.*, p. 401, 445.

CHAPITRE DEUXIÈME.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR.

A la fin de l'époque précédente, l'exhaussement avait de beaucoup restreint la périphérie de la Méditerranée; par conséquent, les conditions des temps qui suivirent et que nous allons examiner, étaient bien plus continentales qu'auparavant.

Italie. — En commençant l'examen de ces terrains par l'Italie, comme d'ordinaire, nous dirons qu'on n'en trouve pas de traces au pied méridional des Alpes, sur la rive gauche du Pô. En revanche, ils contournent les Alpes maritimes et les Apennins. Ils commencent au Nord dans les vallées du Tanare et du Pesio, et continuent, sauf de brèves interruptions, en bordant l'Apennin du côté de l'Adriatique jusque dans la Marche d'Ancône [1]. Ils doivent se répéter dans l'Apennin central, mais les études sur ce point sont encore incomplètes; plus au Sud, je ne les ai rencontrés que par lam-

[1] F. Sacco : Il piano messiniano nel Piemonte (*Boll. Soc. geol. it.*, vol. IV e V, 1886-87).—Rivista della fauna malacologica fossile terrestre, lacustre e salmastra del Piemonte (*Boll. Soc. malac. it.*, vol. XII, 1887).

D. Pantanelli : Monografia degli strati pontici del miocene superiore nell' Italia settentrionale e centrale (*Mem. Accad. sc. lett. ed arti Modena*, s. 2, t. IV, 1886).

G Capellini : Gli strati a congerie e le marne compatte mioceniche dei dintorni d'Ancona (*Mem. Acc. Lincei*, 1879).

Seguenza, de Stefani. *Loc. cit.*, etc.

beaux isolés, tout autour de l'Apennin méridional. Sur le versant tyrrhénien ([1]), ils sont interrompus dès les confins occidentaux de l'Italie jusqu'à la vallée de la Magra, et des montagnes de la Tolfa à l'isthme de Catanzaro, bien que, dans quelque partie de cette dernière région, leur découverte ultérieure soit très probable.

Les roches qui constituent ce terrain ne sont jamais d'origine marine normale et ne possèdent jamais, par conséquent, une structure organogénique. On peut les diviser en deux zones. L'inférieure est formée par des marnes finement stratifiées, blanches ou jaunâtres, d'origine tout à fait mécanique, et par des gypses compacts ou cristallins, accompagnés de calcaire, de soufre, produits par leur réduction, et de bitumes; quelquefois il s'y ajoute des conglomérats et des lignites. Cette zone existe, soit d'un côté, soit de l'autre de l'Apennin; mais ses fossiles sont bien plus connus en Toscane qu'ailleurs ([2]). On en a pourtant indiqué aussi en Piémont, près de Pavie ([3]), dans les environs de Bologne ([4]), en Romagne ([5]), dans les Marches ([6]), près de Catanzaro ([7]), et dans les monts de la Tolfa ([8]). Les phyllites sont très nombreuses partout. On peut indiquer aussi *Dreissensia rostriformis*, Desh. (Casino), *Nematurella Capellinii*, Pant. (Casino),

([1]) Capellini, Pantanelli. *Loc. cit.*

([2]) Capellini. La form. gess. Cast. Maritima. — Calc. di Leitha, Sarmat. e strati a cong, — Strati a cong. e form. gess. solfifera.

([3]) T. Taramelli. Descrizione geologica della provincia di Pavia (*Notizie int. alle cond. econ. e civili della prov. di Pavia*, 1884, p. 76 e seg.)

([4]) G. Capellini. Pesci ed insetti fossili nella formazione gessosa del Bolognese (*Gazzetta dell' Emilia*, 20 maggio 1869).

([5]) G. Scarabelli. Geologia della provincia di Forlì; Forlì, 1880.

([6]) Capellini. Strati a cong. dei dint. Anc. — Scarabelli : *Loc. cit.*

(7) E. Cortese. La zona a congerie presso Catanzaro (*Boll. com. geol.*, s. 2; vol. X, 1889, p. 251).

([8]) C. de Stefani. Il piano pontico nei monti della Tolfa (*Proc. verb.*, *Soc. tosc. sc. nat.*, 9 gennaio 1887).

Nematurella ovata, Bronn (Casino), *Prososthenia incipiens,* Pant. (Monte-Rosi), *Fossarulus italicus,* Brus. (Monte-Rosi), *Neumayria Fuchsi,* Pant. (Monte-Rosi), *Smendovia Soldaniana,* De St. (Casino), *S. Bartalinii,* Cap. (Casino), *Planorbis cornu* Brong. (Casino), *Valvata piscinalis,* Müll. (Casino), *Helix senensis,* Pant. (Casino), dès larves de *Libellula,* des insectes, *Lebias crassicauda,* H. et des oiseaux (Gabbro). Parmi les mammifères, nous devrons indiquer les suivants, du Casino près de Sienne (1) : *Tapirus priscus,* Kaup, *Hipparion gracile,* Kaup, *Sus* sp., *Hippopotamus* sp., *Cervus elsanus,* Major, *Antilope Massoni,* Major, *A. Cordieri,* De Christ., *Myolagus elsanus,* Maj., *Semnopithecus* sp. n. cfr. *monspessulanus,* Gerv., *Myolagus* sp. n. de Gabbro.

La zone supérieure est formée par des marnes très fossilifères en Piémont (2), ainsi qu'entre la Cattolica et Pesaro (3), et ensuite, par des argiles bleues, dont les fossiles sont connus dans l'Emilie, dans les monts de Livourne et au Bolgione près de Sienne (4). Voici la liste des principaux d'entre eux: *Dreissensia Mayeri,* Sacco, (Castelletto d'Orba, Gavazzana) et autres espèces, *Adachna,* plusieurs espèces, *Ditypodon Suessi,* Mayer, (Piémont), *Neritodonta mutinensis,* D'Anc. (marnes et argiles), *N. Doderleini,* D'Anc., (argiles), *Melania curvicosta,* Desh., (marnes et argiles), *M. gracilicosta,* Sand. (argiles), *Melanopsis Matheroni,* Mayer (marnes et argiles), *M. narzolina,* Bon. (marne), *Hydrobia Fontannesi,*

(1) C. Forsyth Major. Considerazioni sulla fauna dei mammiferi pliocenici e postpliocenici della Toscana (*Att. soc. Tosc. sc. nat*, vol. 1, 1876).

D. Pantanelli. Sugli strati miocenici del Casino (Siena) e considerazioni sul miocene superiore (*Mem. dei Lincei,* 1879).

(2) Sacco. *Loc. cit.*

(3) F. Cardinali. Cenni geologici sui dintorni di Pesaro ; Pesaro, 1880.

(4) Pantanelli. *Loc. cit.*

Cap., *H. etrusca,* Cap., et *H. perforata,* Pant. (marnes et argiles), *H. Doderleini* Pant. (argiles), etc., etc.

Voici le tableau systématique des couches.

Marnes et conglomérats à *Dreissensia* et *Adachna* du Piémont et des collines entre La Cattolica et Pesaro.	Argiles à *Melania* et à *Melanopsis* de Sivizzano, Castione, S. Polo, Cadiroggio, S. Valentino, Castellarano, Moscardina, Bolgione, Podere dell' Uliveto, Porcarecce, etc.
Marnes, conglomérats et couches gypsifères, à *Lebias*, *Adachna*, etc. du Piémont, de l'Emilie, des Romagnes, de la Toscane et des monts de la Tolfa.	Marnes blanches et conglomérats du Casino, de Monte-Rosi, du Gabbro.

Les lignites, les vertébrés et les insectes terrestres, l'empreinte du passage des oiseaux et de la progression des vers, les nombreuses phyllites attestent l'existence de terres non éloignées, laquelle est prouvée aussi par les mollusques continentaux et par les larves mêmes des insectes. Les phyllites, les nombreux cerfs et les antilopes nous montrent que le sol était couvert d'une végétation abondante; les hippopotames vivaient dans les marais littoraux. A vrai dire, ces attestations incontestables d'une terre émergée se trouvent presque uniquement dans cette même Toscane où nous avons déjà constaté l'existence d'un archipel pendant l'âge antérieur; on ne pourrait donc affirmer tout de suite que les circonstances fussent fort différentes de ce qu'elles avaient été auparavant.

D'ailleurs, ces couches, dans les monts de la Tolfa et

en Calabre, atteignent une hauteur considérable au-dessus du niveau de la mer et recouvrent les sommets des collines, qui par conséquent devaient être submergées.

On peut signaler dans la faune deux types extrêmes; l'un, représenté par *Melanopsis, Melania, Neritodonta*, avec quelques *Dreissensia* et *Adachna*, est propre aux bassins plus littoraux et probablement fournis d'eau plus douce, ainsi que la faune de la zone supérieure et des couches inférieures de Monte-Rosi et du Casino; l'autre type est constitué par de nombreuses *Dreissensia* et *Adachna* et par les *Lebias* d'eaux très salées, et il est peut-être le plus pélagique. Les fossiles marins manquent complètement. Nous verrons plus bas la signification d'un tel fait.

Prétendues alternances marines. — L'unicité des dépôts examinés, sans mélange ni intercalation de couches marines, a été mise désormais hors de doute dans tout l'Apennin. Cependant, cette conclusion n'a pas été très facile à déduire, à cause des observations qu'il a fallu éliminer. Presque partout les auteurs avaient indiqué la présence d'assises marines, mais ces indications, soigneusement vérifiées, ont dû être rectifiées; ce qui n'empêchera pas qu'on ne les reproduise encore pour quelque temps à l'avenir. Au Poggio entre le Mesma et le Lemme (prov. d'Alexandrie), M. Sacco avait signalé des sables argileux avec fossiles marins, qu'il avait attribués à l'*Helvétien* (1); mais un examen sur place m'a persuadé qu'ils sont superposés aux gypses et aux marnes d'eau saumâtre et qu'ils appartiennent au pliocène.

Les fossiles marins que M. Mayer prétendait exister dans les couches gypseuses à Stazzano près de Tortone (2), proviennent d'une zone supérieure ou inférieure,

(1) Sacco. Mess. nel Piem., 1887, p. 19.
(2) Mayer. Carte géol. Ligurie cent.

car j'ai vérifié l'absence absolue d'assises autres que saumâtres, au milieu des gypses des environs.

Les fossiles que M. De Bosniacki citait dans les gypses du Gabbro (prov. de Pise) [1], proviennent des argiles pliocènes recouvrant les gypses en discordance.

De même, les terrains pliocènes de la vallée de la Fine sont, sans le moindre doute, plus récents et recouvrent les terrains gypseux que M. Capellini supposait contemporains [2]. Dans une récente carte géologique de la Campagne romaine, on a attribué au *messinien* et à la *zone à congéries,* les argiles à *Pecten histrix* et *Ostrea cochlear*, avec gypses [3] ; mais les argiles sont, de la manière la plus évidente, supérieures et indépendantes des gypses ; elles doivent être rapportées au Pliocène et n'ont rien à faire avec le soi-disant *Messinien* sous jacent, c'est-à-dire avec les gypses et les marnes à phyllites et à libellules du Miocène supérieur. Une difficulté plus grande se présentait à Sogliano et en plusieurs autres endroits des Romagnes et des Marches, où l'on voit les couches de cet horizon intercalées évidemment dans le Miocène moyen ; mais la surprise causée par une circonstance pareille cesse bientôt, quand on s'aperçoit que le Miocène supérieur forme le milieu de plis couchés, plusieurs fois répétés, en conséquence desquels on observe la Craie moyenne et supérieure, l'Eocène moyen et supérieur, le Miocène moyen et supérieur maintes fois alternants, pour ainsi dire rubannés, sans la moindre irrégularité. Soit dit en passant, c'est une des régions stratigraphiquement les plus singulières que j'aie jamais examinées

(1) S. De Bosniaski. La formazione gessoso-solfifera e il secondo piano mediterraneo in Italia (*Proc. verb. Soc. Tosc. sc. nat.*, 9 nov. 1879, p. 93).

(2) Capellini. Form. gess. Cast. — Strati a cong. e form. gess.

(3) Carta geologica della Campagna romana e regioni limitrofe ; Roma, 1889.

et une de celles où paraissent les traces les plus irréfragables de mouvements très récents et très intenses.

Rapports stratigraphiques.—En passant à l'examen des rapports stratigraphiques de ces couches avec l'horizon plus ancien et avec l'horizon plus récent, question de la plus haute importance pour la classification du terrain, nous voyons qu'entre le Tanare et la Scrivia les dépôts demeurent le plus souvent avec transgression, soit sur les inférieurs, soit sous les supérieurs.

Par contre, au côté droit de la Scrivia, dans le Tortonnais, la concordance avec le Miocène moyen est plus grande. Pourtant, le plus parfait accord avec le dernier horizon se vérifie dans le Bolognais, dans les Marches, dans l'Apennin central. Dans les Marches et en Romagne, ainsi que je l'ai dit, le Miocène supérieur est intimement lié et serré dans les plissements avec le Miocène moyen, tandis que le Pliocène reste tout à fait en dehors de ces plissements. Cependant, à la Pointe-des-Esclaves et ailleurs, le Pliocène gît sur les gypses avec la même concordance que ces derniers sur le Miocène moyen.

Sur le versant tyrrhénien, où les couches sont plus régulières, on peut faire des observations tant soit peu différentes. Dans les monts de Livourne, de la Castellina, de Miemo, de Val-d'Era, l'étage des gypses gît quelquefois avec une parfaite concordance sur le Miocène marin, par exemple, près de Rosignano et du Gabbro; mais ailleurs, il existe une légère transgression entre les deux étages, avec manque de quelques-unes des assises marines intermédiaires. La transgression avec le Pliocène est générale, et seulement un peu moindre dans les collines d'Orciano. Au-dessous de Volterra, au contraire, il m'a paru voir une parfaite concordance, soit avec le Miocène, soit avec le Pliocène.

Au Casino près de Sienne, d'ailleurs, la discordance sous le Pliocène est évidente, ainsi que dans les monts de la Tolfa. En résumé, on doit avouer que les rapports stratigraphiques lient nos couches bien plus étroitement au Miocène moyen qu'au Pliocène, ce qui se vérifie aussi, nous le verrons, dans d'autres régions de la Méditerranée.

Je ne dois pas oublier de faire remarquer que l'assimilation proposée par M. De Bosniacki et M. Suess (1), de l'horizon gypseux italien aux couches sarmatiques de l'Orient, n'est pas soutenable, parce que les vertébrés attestent un âge différent et parce qu'il n'y a pas d'analogie possible, ni dans les faunes, ni dans les circonstances des deux groupes. Rien n'est moins fondé non plus que l'hypothèse de M. Andrussow, qui a rapporté au *sarmatique* et à l'étage *prépontique* de la Russie, presque toute la formation gypseuse italienne (2), par la seule raison qu'il a noté entre les deux étages un accord de circonstances qui indiquerait, suppose-t-il, un exhaussement du sol se vérifiant en même temps dans ces deux régions si éloignées. Je répéterai encore une fois que les couches sarmatiques de l'Europe orientale attestent l'existence d'une communication entre leur mer et l'Océan Atlantique par la Méditerranée, à moins qu'elle ne se fit à travers la Mer Rouge avec l'Océan Indien, ce qui serait en flagrante contradiction avec le caractère de la faune et avec les autres observations géologiques.

Sicile. — En Sicile, la formation gypseuse est très étendue, et, de même qu'en Romagne, elle est très riche en soufre. Dans les couches supérieures, dans le Licodien, on connaît *Dreissensia, Adachna* et autres fossiles (3) comparables à ceux des Monts de Livourne.

(1) Ant. d. Erde, I, p. 424.

(2) Die Schichten von Kamyschb.

(3) J. Cafici. La formazione gessosa del Vizzinese e del Licodiano (*Boll. com. geol*, 1880). — La form. mioc. di Licodia Eub., 1882.

Là aussi manquent les fossiles marins ; et si quelquefois on en a indiqué, c'est parce qu'on a réuni sous le nom de formation sulfurifère les tripolis et les couches miocènes qui en forment le substratum.

En Sardaigne, le terrain n'existe pas.

France. — En Corse, au contraire, il est représenté en plusieurs points, à l'Est, dans la plaine d'Aleria, par des sables et argiles sans grande épaisseur, à *Dreissensia*, *Adachna, Melanopsis* (1), ayant donc une faune pauvre en espèces autant que riche en individus, comparable à celle des couches supérieures à *Melanopsis Matheroni* de l'Emilie et de la Toscane. La même faune se répète sur le littoral des Alpes maritimes, près de la Tourette sur le Paillon (2), et en couches plus étendues dans le bassin de Théziers et dans le Haut Comtat, dans la vallée du Rhône, toujours avec *Melanopsis Matheroni*, *Melania*, *Dreissensia, Adachna* (3). M. Fontannes en a précisé la position stratigraphique, inférieure au Pliocène marin, et l'équivalence aux couches à *Dreissensia* du restant de l'Europe, bien qu'il les ait classées à la base du Pliocène. C'est peut-être pour ce motif que Neumayr a pensé (4)

(1) Hollande. Géol. de la Corse, p. 85.

(2) Tournouer. Notes pal. s. terr. tert., 1877.

(3) C. Mayer. Découverte des couches à congéries dans le bassin du Rhône (*Vierteljahr. Schrift d. natur. Ges. in Zürich*, 1871).

R. Tournouer. Terrains tertiaires supérieurs de Théziers (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. II, 1874).

F. Fontannes. Les terrains tert. sup. du Haut-Comtat. 1876. — Note sur la position stratigraphique des couches à congéries de Bollène et des marnes à lignite de Hauterives (*Ann. Soc. agr. Lyon*, 1881, t. IV, p. 181). — Les terr. terr. d. région delph. prov., 1881.—Nouvelles observations sur les terrains tertiaires et quaternaires des départements de l'Isère, de la Drôme et de l'Ardèche (*Ann. Soc. agr. de Lyon*, t. V, 1882). — Note sur l'extension et la faune de la mer pliocène dans le Sud-Est de la France (*Bull. Soc. géol. de France*, 1882). — Sur un nouveau gisement de couches à congéries près de Meynes (Gard). (*Ann. Soc. agr. Lyon*, 1884,)

(4) M. Neumayr. Ueber den geologischen Bau der Insel Kos (*Denk. d. K. Ak. d. Wiss., mat. nat. Classe*, Wien, 1879), p. 269.

qu'on doit réellement les paralléliser au pliocène marin, ce qui n'est pas du tout exact.

Il est remarquable que, de la Corse à Nice et peut-être au bassin du Rhône, on ne rencontre que les couches les plus récentes, d'eau douce et littorales, avec une faune très pauvre, mais très uniforme et identique à celle de l'Italie.

Espagne. — Plus à l'Ouest, sur le versant méditerranéen de l'Espagne, on connaît plusieurs lambeaux plus ou moins étendus de gypses accompagnés de marnes, d'argiles, de conglomérats, etc. ; mais, comme on n'a pas débrouillé l'étage ou les étages auxquels ils appartiennent, il est prudent de se taire. A peine citerai-je les couches gypseuses et argileuses, fossilifères, de Concud (Teruel) dernièrement étudiées par M. de Cortazar ([1]), qui attestent la continuation sur les rives de l'Espagne des mêmes conditions qui dominaient en Italie. Dans la province de Grenade, selon MM. Bertrand et Kilian, des couches gypseuses avec mollusques continentaux recouvrent aussi le miocène moyen ([2]).

Dépôts continentaux. — Par contre, en Espagne comme en France, on rencontre très fréquemment des dépôts tout à fait continentaux, renfermant des mammifères terrestres, qui rappellent ceux du Casino en Toscane et ceux que nous trouverons plus tard dans l'Orient.

Dans le bassin du Rhône, sur une grande étendue et à peu près sur tous les points où se trouvent les couches marines supérieures du Miocène moyen, on observe des alternances de sables, de conglomérats, de marnes, renfermant des couches de tourbe ou de lignite et contenant,

([1]) D. De Cortazar. Bosquejo fisico-geologico y minero de la provincia de Teruel (*Bol. com. Mapa geol. España*, t. XII, 1887).

([2]) Bertrand et Kilian. *Loc. cit.* (*Comptes rendus*, 1885.)

dans la partie inférieure, des mollusques terrestres (spécialement *Helix Delphinensis,* Font., dans le Dauphiné, *H. Christoli*, Math., dans la Provence) et d'eau douce (*Planorbis, Unio*, etc.) (1). Ces dépôts, suivant M. Fontannes, reposent en stratification discordante sous le Pliocène, par lequel ils sont aussi, parfois, profondément ravinés.

La riche faune mammalogique à *Hipparion gracile* de ces couches a formé l'objet des patientes recherches et des études approfondies de M. Gaudry (2); elle a été indiquée surtout au Mont Lubéron en Provence, mais aussi à la Croix-Rousse près de Lyon, aux Coirons dans l'Ardèche, à Montarliers dans l'Hérault, et dans quelques localités de l'Ain et de l'Isère, toujours dans le même bassin du Rhône (3). En Espagne, sur le versant méditerranéen, elle se répète à Huesca (Aragon), dans la Cerdagne (Gérone) (4), à Sabadel (Barcelone) (5), à Concud (Teruel) (6), à Alcoy (Alicante).

Cette faune a été regardée, par M. Gaudry et par la généralité des géologues français, comme caractéristique du Miocène supérieur et les couches qui la renferment ont été maintenues au niveau des gisements de Baltavar (Hongrie), de Pikermi (Grèce), etc., que nous examine-

(1) F. Fontannes. Les terr. tert. de Visan, 1878. — Les terr. néog. du plat. de Cucuron, 1878. — Les terr. tert. du bassin de Crest, p. 116, 1881. — Les terr. tert. de la rég. delph. prov., p. 55, 1881.

(2) A. Gaudry. Animaux fossiles du Mont Léberon. Paris, 1873.

(3) C. Depéret. Recherches sur la succession des faunes des vertébrés miocènes de la vallée du Rhône. (*Arch. du mus. de Lyon,* t. IV, 1887.)

(4) C. Depéret et L. Réville. Note sur la géologie et sur les mammifères fossiles du bassin lacustre miocène supérieur de la Cerdagne. (*Bull Soc. géol. de France,* s. 3, t. XIII, 1885.)

(5) L. M. Vidal. Reseña geologica y minera de la provincia de Gerona (*Boll. com. d. Mapa geol. de España*, 1887).

J. Almera y Bofill, Discubrimiento de grandes mamiferos fossiles en Cataluña (*Cronica cientifica de Barcelona,* ann. X, 1887).

(6) D. de Cortazar. Bosquejo fis.-geol. y minero de la provincia de Teruel 1887.

rons sous peu. Je les ai parallélisées aussi aux couches à congéries du bassin de Théziers et du Haut-Comtat venaissin. C'est à peine si un géologue a attribué cette faune au Pliocène (1), mais seulement, par la supposition erronée qu'elle se trouve, en Orient, au-dessus des couches *pontiques* ou *à congéries*.

Mon regretté ami Fontannes a rapporté le Miocène supérieur au Tortonien, mais nous avons déjà vu que cet étage n'est qu'un des *synonymes* du Miocène moyen. Quant à la faune d'Alcoy en Espagne, quelqu'un voudrait qu'avec celle du Casino, en Italie, elle fût un peu plus récente que les autres, parce qu'on y trouve un *Hyaenarctos* et, dit-on, l'*Antilope boodon* du Pliocène de Montpellier ; mais le *Hyaenarctos* se trouve aussi dans le Miocène moyen de Casteani et de Monte-Bamboli en Toscane ; et je suis d'avis que le *Mastodon longirostris* et l'*Hipparion gracile* sont plus que suffisants pour synchroniser la faune d'Alcoy avec les autres faunes du Miocène moyen (2).

Ces dépôts continentaux nous montrent à l'évidence que la France et l'Espagne étaient déjà très soulevées et que le détroit du Rhône s'était réduit à un petit golfe dans son extrémité méridionale.

Bassin atlantique. — Hors du versant méditerranéen, aussi bien en France qu'en Espagne, nous trouvons encore la même faune et les mêmes couches continentales, qui attestent l'ample exhaussement de la région : au Puy-Courny dans le Cantal, à Orignac dans les Hautes-Pyrénées, et dans la Vieille-Castille, qui renfermait un grand bassin lacustre du côté de l'Atlantique. Il n'est pas encore suffisamment démontré que les

(1) A. de Lapparent. Traité de géologie, éd. II. Paris, Savy, p. 1218.
(2) P. Gervais. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 2, t. X, 1862.)

faluns à fossiles marins, du Pigeon Blanc et de la Gauvinière dans la Basse-Loire et ceux de St-Georges de Bohon dans le Cotentin [1] équivalent exactement au Miocène supérieur du bassin méditerranéen; la grande difficulté de la synchronisation dérive, cela se comprend, du manque de couches marines dans la Méditerranée.

Suisse. — La Méditerranée occidentale avait été repoussée presque dans les limites actuelles; le détroit du Rhône avait été mis à sec; la mer n'isolait plus les Alpes et ne réunissait plus à travers la Suisse le bassin français à la Méditerranée orientale. Un ou plusieurs grands bassins d'eau douce, ou à peu près douce, remplissaient le grand espace entre les Alpes et le Jura, ainsi que cela arrive le plus souvent après l'émersion des fonds de mer. Dans ces bassins se déposait la *obere süsswasser Mollasse* ou mollasse supérieure d'eau douce des géologues suisses, constituant leur étage *Œninghien.* On a beaucoup disputé sur les équivalences exactes de cet étage. Comme il repose sur les couches littorales du Miocène moyen, attribuées à la zone *Helvétienne*, dont elles forment le type, on a prétendu qu'il doit être assimilé, en grande partie, au niveau *Tortonien* du sud des Alpes, qui, dans les classifications artificielles, ainsi que nous l'avons vu, succède directement à l'*Helvétien.* Mais ce synchronisme supposé n'a point de données paléontologiques en sa faveur : le *Tortonien* est parallèle à l'*Helvétien.*

Les innombrables phyllites *œninghiennes* se répètent dans le Miocène supérieur de l'Italie; il est vrai que les plantes fossiles ne sont pas considérées comme propres à trancher une question de subtile différence d'âge, mais les autres fossiles ne contredisent en rien les conclusions

[1] Vasseur. *Loc. cit.*

qu'on peut dériver d'elles. D'ailleurs, je puis affirmer, après un examen attentif sur place, qu'il ne pourrait y avoir plus d'analogie lithologique entre les marnes et les schistes d'Œninghen et ceux qui accompagnent la formation gypseuse et qui contiennent les mêmes fossiles en Italie. Par conséquent, puisque les déterminations actuelles de l'étage *œninghien* sont fondées sur des considérations trompeuses, puisque les limites entre lesquelles cet étage est compris, sont celles mêmes du Miocène supérieur de toute la Méditerranée, puisque les fossiles sont les mêmes, je me crois autorisé à conclure que l'étage *œninghien* est un exact équivalent du *Piano gessoso* de l'Italie et des couches à congéries du bassin du Rhône et de la Méditerranée orientale.

Autriche-Hongrie.— Dans l'Autriche-Hongrie, ou pour mieux dire, dans toute la région danubienne et ponto-caspienne, s'étendaient encore probablement deux amples bassins d'eau un peu saumâtre, moins douce que dans les bassins suisses, derniers résidus de la mer sarmatique. Les sables et les marnes à congéries (*Congerien-Schichten*) et à autres mollusques saumâtres, avec quelque poisson de type marin, dans la vallée du Danube, remplissent le bassin de Vienne et les plaines de la Hongrie, bordant tout autour la Bosnie, la Serbie et la Transylvanie.

La plupart des géologues ont affirmé que les Alpes de la Transylvanie et de la Serbie formaient une barrière infranchissable, du côté de la Mer Noire, au bassin serbe-hongrois ou pannonien, qui aurait été tout à fait fermé. Il n'y a que M. Suess qui ait supposé que le bassin communiquât avec la mer par la vallée du Danube, à cause des poissons marins qu'on trouve dans les couches à congéries. Il se pourrait d'ailleurs que ces poissons ne fussent que les derniers survivants de la

faune, jadis marine, qui avait occupé le bassin autrefois, ainsi que cela arrive dans les lacs actuels de la Finlande et de la Scandinavie; mais le caractère de la faune, qui n'est pas du tout d'eau douce, ainsi que nous le verrons, empêche de croire que les eaux du bassin se déversassent dans la mer par un fleuve qui aurait coulé à travers les Alpes transylvaniennes, car alors ce bassin, à l'instar des autres bassins montagneux, n'aurait jamais été rempli que par de l'eau douce. De même, il est peu probable que le bassin fût entièrement fermé et sans débouché, parce que, dans ce cas, pour maintenir l'équilibre dans la salure et en éviter l'excès, il s'y serait produit comme dans tous les bassins fermés, des salines naturelles, dont, en vérité, on ne voit pas de trace. On peut ajouter que les faunes, bien que variables d'un lieu à l'autre, sont suffisamment uniformes pour montrer la possibilité d'amples communications avec les autres bassins que nous allons examiner.

Comme conclusion, il me semble que des communications devaient exister, et assez amples, bien que peut-être peu profondes à cause de la barrière des Alpes, et que, si l'on n'en voit pas de traces aujourd'hui, c'est qu'elles ont été effacées par la dénudation et par les mouvements du sol.

Dans les environs de Vienne, les couches à congéries sont recouvertes par une formation caillouteuse, les *Belveder-Schotter*, contenant les mêmes vertébrés que les couches sous-jacentes et la même faune du Mont Lubéron, de Concud, de Pikermi, etc., et correspondant vraisemblablement aux argiles supérieures à *Melanopsis Matheroni* de l'Emilie et du bassin Tyrrhénéen.

La même faune se répète à Baltavar en Hongrie. Bien plus au nord du même bassin de Vienne, ainsi que partout ailleurs, se formaient aussi des dépôts tout à fait

continentaux. On en a un exemple dans les dépôts d'Eppelsheim, qui contiennent une faune à peine plus ancienne que celle du bassin du Rhône, de Concud, etc.

Bassins de la Mer Noire et de la Caspienne. — En aval de la barrière des Alpes de la Transylvanie s'ouvrait un bassin bien plus grand, le bassin ponto-caspien, qui couvrait la Roumanie, où l'on connaît ses traces, à mon avis, à Cucestii (Vâlcea) (1) et dans les environs de Ploesci (2) et de Jassy (3), représentées par des dépôts à *Adacna.* Plusieurs auteurs les ont réunis au Pliocène avec les couches à paludines, mais leur situation topographique souvent séparée et les rapports paléontologiques m'autorisent à les envisager comme miocènes, d'accord avec M. Andrussow, au moins pour le gisement de Ploeschi, et à croire qu'ils sont tout à fait séparés, même stratigraphiquement, du Pliocène, ainsi que M. Stefanescu l'a déjà constaté pour quelques gisements des districts de Buzeu, d'Olta et de Putna (4).

Ce bassin couvrait aussi la Bulgarie, tous les environs de la Mer Noire et la Russie méridionale jusqu'en Galicie, entourant les Carpathes au Nord-Est; par la dépression du Manytsch (5), il passait à la région de la Caspienne et de la Mer d'Aral, recouvrant la base des

(1) F. Fontannes. Contribution à la faune malacologique des terrains tertiaires néogènes de la Roumanie. (*Arch. du Mus. d'Hist. nat. de Lyon*, t. IV, 1887, p. 352.)

(2) Pilide. Sur le bassin néogène de la région située au nord de Ploesci (*Bull. Soc. Géol. de France*, s. 3, t. VI, 1877, p. 22.)

Andrussow. Die Schichten von Kamischb.

(3) L. Cobalcescu. Studii geologiche si paleontologiche asupra unor teramuri tertiarie din unile parti ale Romanie. (*Mem. geol. acc. Sc. din Jassi*, 1883.)

(4) G. Stefanescu. Relation sommaire du bureau géologique durant la campagne de 1884. (*Ann. du Bur. géol.*, année 2e, 1886.)

(5) D. Iwanov. Compte rendu préliminaire géologique dans le gouvernement de Stavropol. (*Bull. com. géol. russe*, n. 7-8, 1886, p. 329.)

Rodler, *Loc. cit.*

montagnes de l'Afghanistan, du Turkestan, de la Perse [1] et du Caucase. Dans cette région, les dépôts du bassin ont été principalement salifères et gypseux, ce qui montre que l'isolement de quelque bassin partiel était déjà commencé. Au nord et au nord-ouest de la Caspienne, le bassin déposait le *calcaire des Steppes* si étendu et formait au moins la partie inférieure des couches appelées par Murchison *aralo-caspiennes*. Comme M. Kontkievics et d'autres géologues annoncent qu'en Pologne les couches miocènes à fossiles marins sont couronnées par des assises gypseuses, il est probable que celles-ci appartiennent en partie au présent étage.

A l'ouest de la Caspienne, aux environs du lac fermé d'Urmiah, il convient de rappeler particulièrement, à cause de leur faune à grands herbivores (*Hipparion gracile, Gazella, Palæoreas, Helladotherium*, etc.), les dépôts fluvio-lacustres de Maragha, contenant aussi des débris de roches volcaniques [2]. Leur faune montre la plus grande affinité avec celle de Pikermi en Grèce.

Des restes de la même faune à *Hipparion* ont été trouvés à Balta, dans la Russie méridionale.

Tout cet ensemble de couches, qui avait été appelé *Pannonien* par plusieurs géologues autrichiens, à cause de son étendue en Hongrie, l'ancienne *Pannonia*, a plus tard formé le type de l'étage *Pontique*, proposé par Hochstetter, précisément pour son extension dans la région du Pont-Euxin [3], et accepté maintenant par

(1) Griesbach, Mouchkétow, etc., etc.

(2) A. Rodler. Das Knochenlager und die Fauna von Maragha. (*Verh d. K. geol. Reichs.*, 1886.)

Lydekker. On the foss. mamm. of Maragha, 1886.

Pohlig. On the Plioc. of Maragha. (*Quart. J. G. S.*, 1886.)

A. Rodler und A. Weithofer. Die Wiederkäuer der Fauna von Maragha. (*Denk. d. Kais. Ak. d. Wiss. Wien*, 1890.)

(3) F. v. Hochstetter. Die geologische Verhältnisse der östlichen Theil der europäischen Türkei. (*Jahrb. d. k. geol. Reichs.*, 1870, p. 376.)

presque tous les savants, dont plusieurs l'ont même appliqué, faute de mieux, dans les autres régions méditerranéennes.

Bassin Egéen. — Au midi du bassin Ponto-Caspien, les couches à congéries se répètent autour de la mer Egée, probablement dans un bassin communiquant avec l'autre à peu près comme la mer Egée actuelle avec la Mer Noire, dans la vallée d'Andrinople et dans la Chalcidique (1). On les trouve aussi, avec une faune semblable à celle du versant adriatique de l'Italie, en Béotie, au-dessus du miocène moyen de Trakones (2). Je doute, avec M. Neumayr (3), que la plupart des autres couches à *Dreissensia* indiquées par Fuchs en Grèce, appartiennent au pliocène. Au contraire, on doit rapporter à cet étage les conglomérats de Pikermi en Attique, dont la faune a été rendue classique par les études de M. Gaudry (4). Je ne reviendrai pas ici sur les nombreuses discussions auxquelles a donné lieu la situation stratigraphique des couches de Pikermi et, en général, de la faune à *Hipparion gracile* de tout le bassin de la Méditerranée (5). Les études entreprises par M. Th. Fuchs n'ont pas éclairé, mais plutôt embrouillé la question. Selon la coupe de Trakones donnée par ce savant (6), les couches de Pikermi devraient reposer sur les

(1) Hochstetter. *Loc. cit.*
Fuchs. Geol. Ueb , 1877, p. 34.
Suess. Ant. d. Erde, I, p. 422.
(2) Fuchs. Stud. üb. jüng. Tert. Griechenl., p. 24.
(3) Neumayr. Geol. Bau d. Ins. Kos.
(4) A. Gaudry. Animaux fossiles et géologie de l'Attique, 1862-1867.
A. Weithofer. Beitraege zur Kenntniss der Fauna von Pikermi bei Athen (*Beit. z. Pal. Oest.-Ung.*, VI, 1888.
(5) Fuchs. *Loc. cit.*, p 24.
(6) Voir T. Fuchs. Intorno alla posizione degli strati di Pikermi (*Boll. Com. geol. it.*, 1878, p. 110). L'âge des couches à Hipparion (*Ibidem*, 1879, p. 14).
C. de Stefani. Brevi appunti sui terreni pliocenici e miocenici della Toscana (*Ibidem*, 1877). — Sull' epoca degli strati di Pikermi (*Ibidem*, 1878, p. 396).

assises à *Dreissensia* et formeraient la partie la plus élevée du miocène supérieur. En dehors des nombreux et intéressants vertébrés, représentants les plus caractéristiques de la faune à *Hipparion gracile*, on n'a trouvé dans les mêmes couches que des mollusques continentaux, dont une espèce a été indiquée aussi par M. Gaudry et par M. Weithofer (1). Il est évident qu'il s'agit d'une formation fluvio-lacustre, tout à fait comparable à celles déjà indiquées du Mont Luberon, de Concud, de Maragha, etc., formation à laquelle doivent être réunis probablement les affleurements de conglomérats avec fossiles terrestres et d'eau douce de Trakones, de Kharvati (Fuchs, p. 30), Markopoulo, Calamo, Oropo (p. 32) et de Koumi dans l'île d'Eubée (2), bien que M. Fuchs, sans raison apparente, leur attribue un âge plus ancien.

M. Gaudry d'abord et ensuite M. Fuchs (3) ont été portés à croire que la formation de Pikermi se poursuit directement jusqu'aux bords de la mer Egée à Raphina; ici, au milieu de conglomérats qui, selon Fuchs, se rapporteraient aux couches inférieures de Pikermi, ce savant et M. A. Gaudry ont indiqué des mollusques marins (Fuchs, p. 30). L'indication serait d'autant plus surprenante que les espèces citées par M. Fuchs appartiennent toutes à la Méditerranée actuelle et, si les déterminations sont exactes, ne pourraient aucunement se trouver dans des dépôts de l'âge de Pikermi, ni même dans le Pliocène. On doit conclure que les fossiles de Raphina ne sont pas synchronisables à ceux de Pikermi et que, si les couches d'une localité sont la continuation des autres, les fossiles quaternaires s'y sont intro-

(1) Weithofer, p. 292.

(2) Fuchs, p. 34.

(3) Gaudry. *Loc. cit.*, p. 396 et suiv.

duits par un remaniement postérieur. On ne peut accepter non plus l'opinion de M. Fuchs, que les conglomérats de Pikermi sont sans nul doute (*unzweifelhaft*) supérieurs aux couches marines du Pirée, dont les fossiles, selon la liste rapportée, sont post-pliocènes (Fuchs, p. 32).

Les conclusions auxquelles je suis amené sont donc bien différentes de l'opinion émise par M. Fuchs.

C'est particulièrement par ses études que l'opinion de l'âge pliocène de Pikermi et des couches à *Hipparion* a été répandue; mais pour établir l'âge pliocène d'un terrain, on ne peut pas attribuer une grande autorité à un géologue, quelqu'habile qu'il soit, qui écrit que :

" La faune de mammifères que l'on désigne ordi-
" nairement comme pliocène, ne provient en aucun cas
" des formations pliocènes (!), mais de couches indiscu-
" tablement plus récentes (!). Les mammifères ne sont
" pour ainsi dire pas connus dans les formations marines
" pliocènes de l'Italie (!), et il est donc toujours possible,
" il est même, d'après ce qui précède, extrêmement
" vraisemblable que, si l'on trouve dans ces gisements
" une faune de mammifères, ceux-ci correspondront à
" ceux de Pikermi (!) [1]."

MM. de Lapparent en France [2], Lydekker en Angleterre [3], se fondant à tort sur les mollusques marins de

[1] « Die Säugethierfauna welche man in der Regel als pliocäne bezeichnet, stammt keinesfalls aus den marinen Pliocänbildungen sondern aus entschieden jüngeren Schichten. Aus den marinen Pliocänbildungen Italiens sind Säugethiere überhaupt so gut wie gar nicht bekannt, und es ist daher immer noch möglich, ja nach dem Vorhergehenden äusserst wahrscheinlich dass, wenn man in diesen Ablagerungen Säugethierfauna finden wird, dieselben mit denen von Pikermi übereinstimmen werden. » Fuchs, p. 31.

[2] A. De Lapparent. *Bull. Soc. géol de France*, s. 3, t. XIV, p. 295.

[3] R. Lydekker. On the fossil mammalia of Maragha. (*Quart. J. Geol. Soc.*, 1886, p. 173.)

Raphina, Pohlig (1) en Allemagne ont partagé l'avis de M. Fuchs sur l'âge pliocène des couches à *Hipparion*, tandis que MM. Gaudry, Hébert, Depéret, Munier-Chalmas, Bertrand (2), Boyd Dawkins (3), Forsyth Major ont appuyé l'opinion qui maintient le dit horizon dans le miocène supérieur.

A l'autre extrémité de la mer Égée, les couches fluvio-lacustres à *Helix*, *Limnea*, *Planorbis*, *Melania cf. Escheri*, avec une riche faune de vertébrés synchronique et en partie semblable à celle de Pikermi d'un côté, à celle de Maragha de l'autre, ont été reconnus dans l'île de Samos. Cette importante découverte a été faite par M. Major dans des travertins, marnes et conglomérats (4), qui offrent des débris de roches volcaniques, ce qui augmente beaucoup l'analogie avec les conglomérats de Maragha, qui se trouvent du côté opposé de l'Asie Mineure.

Comme prolongement probable des dépôts de Samos, nous avons à citer les marnes à lignite que M. Major a vues à Carpathos, les calcaires et les marnes à *Helix* et à mollusques d'eau douce recouverts par les couches à paludines pliocènes de l'île de Cos et de bien d'autres lieux de l'Archipel turc, de Chios, Lemnos, Imbros, ainsi

(1) H. Pohlig. On the pliocene of Maragha, Persia, and its resemblance to that of Pikermi in Greece. (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. 42, 1886, p. 177.)

(2) A. Gaudry. Sur l'âge de la faune de Pikermi, du Luberon et de Maragha. *Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XIII, 1886) et observations de MM. Hébert Munier-Chalmas, Bertrand.

Ch. Depéret. Sur l'importance et la durée de la période pliocène. (*C. rend. Ac. Sc.*, t. 103, 1886, p. 1208) et observations de MM. Gaudry et Hébert.

(3) Boyd Dawkins, in Pohlig. *Loc. cit.*

(4) Ch. Forsyth Major. Sur un gisement d'ossements fossiles dans l'île de Samos (*Comptes rendus Ac. des Sc.* Paris, 31 déc. 1888.) Considérations nouvelles sur la faune des vertébrés du miocène supérieur de l'île de Samos. (*C. rend. Ac. Sc.*, 1891, p. 608.)

C. de Stefani. Aperçu géologique de l'île de Samos. Lausanne, Bridel, 1892.

que des environs de Smyrne et d'entre Vurla et Tschesmé (1).

On a trouvé des représentants de la faune à *Hipparion gracile* dans les environs de Troie près des Dardanelles (2).

Je crois très vraisemblable que les dépôts gypseux de plusieurs points de la mer Égée et de plusieurs îles au midi de Carpathos, où M. Major les a découverts, de Crète, d'Armathia (3), de Chypre (4) et de la côte méridionale de l'Asie mineure, appartiennent au même étage. Quelques auteurs les disent interposés aux couches marneuses marines du Miocène; mais il se peut que les marnes supérieures, dont d'ailleurs on n'indique pas les fossiles, doivent se rapporter au Pliocène. Dans l'île de Crète, on a retrouvé dans les marnes au milieu des gypses des *Lebias* déterminés par Agassiz, qui confirment le synchronisme avec l'horizon gypseux de la Méditerranée occidentale.

Bords orientaux de l'Adriatique et de la mer Ionienne. — A l'ouest de la péninsule des Balkans et de la Grèce, du côté de la mer Ionienne et de l'Adriatique, le miocène supérieur ne fait pas défaut non plus, bien que les traces indiquées jusqu'à ce jour ne soient pas très fréquentes.

Dans l'intérieur du continent, à Ypek en Albanie, dans la partie la plus élevée du Drin Blanc, Boué et Viquesnel ont indiqué *Dreissensia triangularis* et *Melanopsis Martiniana* au milieu de couches formées probablement

(1) Forbes and Spratt. Travels in Lycia, London, 1847.
Neumayr, Ueb. geol. Bau d. Ins. Kos, pp. 222, 226, 237.

(2) F. Calvert und M. Neumayr. Die jungeren Tertiaer-Ablagerungen am Hellespont, p. 8.

(3) Bukowski. Geol. Bau d. Ins. Kasos, p. 668.

(4) Gaudry. Géol. de l'île de Chypre, p. 168.

dans un petit bassin analogue aux bassins danubiens (1).

Un autre petit bassin du même caractère et du même âge sinon du miocène moyen, se trouve non loin de l'Adriatique, dans la vallée de l'Ismi, et les dits auteurs y ont signalé, près de Lus-Han, la *Melanopsis Lus-Hani*, Arch., qu'il faut probablement rapporter à la *M. Martiniana* (2).

Ordinairement le facies du miocène supérieur est celui de l'Italie et, en général, de la Méditerranée occidentale. Dans l'île de Zante, M. Fuchs a trouvé des couches gypsifères semblables à celles des Apennins, par conséquent attribuées par lui au pliocène (3); M. Hamilton les a observées dans la presqu'île de Lixouri à Céphalonie (4); M. Partsch à Corfou (5).

Aussi au milieu de l'Adriatique, près du Zalo, au sud de l'île de Pelagosa, on a découvert un ensemble de gypses et de marnes argileuses, avec traces de végétaux, qui reproduisent tout à fait les dépôts synchrones de l'Apennin et que déjà M. Stache a attribués à l'étage *gypso-sulfurifère* (6).

Rivages méridionaux de la Méditerranée. — Sur les bords méridionaux de la Méditerranée, ce niveau n'est pas bien connu et, en tout cas, il semble que les limites de cette mer n'étaient pas trop éloignées de ses limites actuelles. On ne le connait pas au nord de l'Egypte et en

(1) A. Boué. On the geography and geology of Northern and Central Turkey. (*Edinb. N. Phil. Journ.*, vol. XXII, 1837, p. 269.)

(2) Viquesnel. Journ. d'un voy., 1844, p. 265.

(3) Fuchs. Plioc. Bild. von Zante, 1877.

(4) Hamilton. On a tert. dep. near Lixouri.

(5) F. Partsch. Die Insel Korfu (*Peterm. Mittheilung.*, 1887).

(6) G. Stache. Geologische Notizen ueber die Insel Pelagosa. (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1876.)

Tripolitaine; il est très incertain en Tunisie et en Algérie.

Des argiles et des marnes sableuses gypsifères se montrent sur les bords septentrionaux du Sahara et, si elles n'appartiennent pas à un âge plus récent, cela montrerait que c'est le facies de la Méditerranée occidentale qui domine aussi en Algérie.

Il ne paraît pas que les communications entre la Méditerranée et l'Atlantique à travers le nord-ouest de l'Afrique fussent restées encore ouvertes.

Forme générale de la Méditerranée. — En résumé, la Méditerranée était divisée en deux grandes régions, la septentrionale et la méridionale.

La région septentrionale se subdivisait en trois grands bassins, communiquant entre eux à travers des barrières non amples et situées à peu de profondeur sous les eaux, de sorte que l'échange des eaux entre ces bassins et les mers extérieures ne pouvait se faire que très incomplètement. Ces bassins étaient l'Egéen, le Pannonien et le Ponto-Caspien, ce dernier presque aussi grand à lui seul que la Méditerranée actuelle. Dans ces bassins débouchaient les plus grands fleuves de l'Europe et un fleuve de l'Asie, les mêmes qui affluent à présent dans les mêmes régions, bien que d'un parcours moins long. Par conséquent, les eaux étaient plutôt saumâtres, ainsi que l'attestent les formations qui s'y sont déposées.

La Méditerranée méridionale, au contraire, ne recevait presque pas de fleuves, à l'exception du Nil. Le Pô n'existait pas; l'Ebre et particulièrement le Rhône étaient plus courts et leurs débits bien moindres qu'à présent. Conséquemment, la mer était bien plus salée; les dépôts et la faune étaient très différents, sauf tout près de l'embouchure des eaux douces. Rien n'empêche

que les communications avec le bassin Egéen et avec la Méditerranée septentrionale ne fussent très amples. La péninsule Hellénique et les îles de Crète, de Carpathos, de Rhodes marquaient à peu près les limites entre la région méridionale et la septentrionale.

Tout autour de la Méditerranée s'étendaient les bassins d'eau douce, plus limités, qui remplissaient les plaines, jadis fonds de la mer miocène, et où prenaient leur origine les rivières qui allaient se jeter à la mer ou dans les bassins saumâtres.

Considérations comparatives sur la faune. — La faune de la Méditerranée était extrêmement riche, mais d'un type tout à fait spécial. On ne rencontre presque jamais en un endroit un grand nombre d'espèces ; mais celles-ci varient immensément d'un lieu à l'autre, se répètent dans des localités très éloignées et sont représentées par une quantité extraordinaire d'individus. Ce sont des crustacés et des poissons d'eau douce, rarement marins; des mollusques, tout à fait particuliers, tels que *Melanopsis, Prososthenia, Fossarulus, Goniochilus, Peringia, Gaillardotia, Vivipara, Zagrabica, Boskovicia, Lytostoma, Valenciennesia, Dreissenomya, Unio*, mais principalement *Dreissensia* et *Adachna.* Les foraminifères, les radiolaires, les bryozoaires, les coralliaires, les échinides, les mammifères aquatiques font complètement défaut. Les mêmes genres, représentés souvent par des espèces différentes, vivaient dans la région Ponto-Caspienne, en Grèce, en Italie, en France.

Quelle est la signification d'une faune si aberrante ? C'est ce que nous allons voir; mais malheureusement les biologistes ne nous aident pas beaucoup dans cette tâche, qui aurait tant d'intérêt pour la géologie; et il faut chercher avec beaucoup de peine et de travail les exemples convenables. Dans un autre chapitre nous

avons passé en revue la faune des eaux dont la salinité, moindre que celle de la mer, ne descend jamais au-dessous de certaines limites, voir la faune sarmatique. Examinons maintenant la faune des eaux encore moins salées, bien que non complètement douces et celle aussi des eaux normalement plus salées que la mer.

Plusieurs *Peringia* (*P. aponensis* Mart., *P. fosiranensis* De St.) vivent dans des eaux aberrantes, quelquefois légèrement thermales, ou même très chaudes et toujours plus ou moins salines, par exemple, à Abano et à Piene Fosciana (1). M. Paladilhe en indique bien des espèces dans les eaux thermales et salines de la France (2). Le même genre vit aussi dans les étangs saumâtres ou à salure variable, même supérieure à la normale, dont il est presque caractéristique. L'*Assiminea Grayana* vit dans les étangs saumâtres de la Tamise. La *Belgrandia* (ou *Staliva*) *thermalis* L., habite les eaux un peu alcalines et thermales de S. Giuliano près de Pise, avec *Bythinia*, *Neritina* et autres espèces ; on peut en dire autant d'autres *Belgrandia*, par exemple, de la *B. Borelliana* De St., qui se trouve près de Sarteano en Toscane, dans un suintement d'eau légèrement sulfureuse. La *Pseudamnicola lucensis* Stah. abonde dans des eaux alcalines et tant soit peu chaudes aux bains de Lucques. Autrefois je découvris la *Limnaea peregra* L. extrêmement abondante dans les *water-closets* de l'ancien palais ducal de Lucques, dans un voile presque continu, il est vrai, d'eau pure. Des *Limnaea* ont été trouvées dans des égouts de

(1) M. Paulucci. Matériaux pour servir à l'étude de la faune malacologique terrestre et fluviatile de l'Italie et de ses îles. Paris, 1878, n° 19.

C. de Stefani. Molluschi viventi nelle Alpi Apuane, nel Monte Pisano e nell' Apennino ad.

(2) A. Paladilhe. Monographie du nouveau genre Peringia. (*Ann. des Sc. nat*, *Zoologie*, s. VI, t. 1, 1875.)

tanneries et avec *Physa* et autres mollusques, dans des lavoirs publics extrêmement malpropres (Pisa à Ponta-a-Lucca). *Limnaea*, *Planorbis*, *Cyclas*, *Unio*, *Anodonta*, genres considérés comme appartenant exclusivement aux eaux douces, avec *Tellina*, *Cardium edule*, *Venus* et d'autres mollusques et poissons marins, vivent dans les baies de la Baltique, particulièrement, selon Middendorf, dans le golfe de Bothnie, dont l'eau tient seulement 0,26 à 0,39 °/₀ de sels. Plusieurs espèces de *Limnaea* ont été observées par M. Steenstrup dans les sources thermales, parfois sulfureuses, de l'Islande, même dans l'eau à 43° C; dans les sources à 60° C on trouve encore des plantes (¹).

Des néritines vivent dans les thermes de la Caldana-de-Ravi en Maremme et ailleurs; aux Philippines, elles fréquentent les eaux douces autant que les marines; selon M. Gwyn Jeffreys, la *Neritina fluviatilis* vit avec la *Mya truncata*, mollusque tout à fait marin, dans le lac saumâtre Stennis aux Orcades (²).

Le lac Pyramide (Nevada), avec 0,22 p. 100 de sels, contient par milliers *Pyrgula nevadensis* Stearns, *Pompholix effusa* Lea, *Physa humerosa* Gould. *Limnophysa* et *Physa* vivent dans des sources un peu saumâtres aux environs du Grand Lac Salé.

Des *Unio* habitent les eaux saumâtres de l'estuaire du fleuve Brisbane en Australie (³).

Les *Melanopsis*, si caractéristiques de tant de couches du miocène moyen et supérieur, appartiennent exclusivement, ou peu s'en faut, à des eaux aberrantes, c'est-à-

(¹) J. Steenstrup. Bericht den Naturforsch. Versammlung in Kiel, 1846, p. 220, 221. — Berichtigung rüchsichtlich der von Hrn. S. Clessin aufgestellten *Limnœa Steenstrupi* aus Island. (*Mal. Blätter*, Bd. 1, 1879, p. 11.)

(²) L. de Folin. Faune lacustre de l'ancien lac d'Ossegon, Dax. Bayonne, 1879, p. 4.

(³) R. Ellsworth Call. On the quaternary and recent mollusca of the Great Basin (*Bull. of the U. S. geol. Survey*, n° 11, Washington, 1844, p. 30.

dire des thermes, des eaux salines, des lagunes, même des eaux très salées. La *M. Maroccana* de Toscane n'existe qu'à Caldana-di-Ravi, à l'Aronna, à l'Accesa, aux Venelle, à Montepescali, dans les bassins de la Bruna et de la Pecora (1), dans des eaux très calcarifères et parfois très chaudes. La variété *Graellsii,* Villa, est indiquée dans la lagune du Rio-Seco près de Burriana en Espagne, non loin de la mer (2); la variété *Schmidtii,* Neumayr, selon les exemplaires rapportés par M. Forsyth Major, vit encore dans les lagunes saumâtres de Samos, tout près de la mer; et d'autres variétés de la *M. Maraccana* ont été trouvées par M. Major même dans les lagunes adjacentes à la mer de l'île de Kalymnos. La *Melanopsis Esperi*, dans la vallée du Danube, vit dans des sources thermales (3).

Dans les lacs Amers, en Egypte, saumâtres et souvent plus salés que la mer, vivent *Melania*, *Potamides* et *Cardium edule* L. (4).

Melanopsis et *Melania*, suivant M. Thomas, habitent dans l'oasis d'Ouargla, dans des eaux saumâtres, surchargées de chlorure de sodium et absolument impotables (5). La *Dreissensia polymorpha* Pallas, ordinairement d'eau saumâtre, peut impunément entrer aussi bien dans l'eau douce que dans la mer. *Dreissensia*, *Adachna*, *Monodachna*, *Cardium edule* L., *Corbicula*,

(1) C. de Stefani. Molluschi continentali finora notati in It., etc., p. 80.
D. Pantanelli. *Melanopsis* fossili e viventi d'Italia (*Bull. Soc. Malac. ital.*, vol. XII, 1887, p. 69).

(2) Rossmaessler. Iconographie den Land- und Süswasser-Mollusken Europa's, fig. 843.

(3) E.-A. Bielz. Beitrag zur Kenntniss den Siebenburgischen Land- und Süswasser-Mollusken (*Malac. Not. aus Siebenburgen,* 1856).

(4) Fuchs. Ueb. Nat. d. Sarm.

(5) R. Tournouër. Sur quelques coquilles marines recueillies par divers explorateurs dans la région des Chotts sahariens (*Assoc. franç. pour l'avancement des sc.*, 1878.

Vivipara, Litoglyphus, Peringia, Neritina peuplent la Caspienne et en partie l'Aral et les estuaires du Dniéper, du Dniester, du Burg dans la Mer Noire, qui ont une teneur de sel moindre que la Méditerranée et la Mer Noire même (1). En effet, la mer d'Aral contient environ 1,03, la Caspienne 0,1 à 1,3 p. 100 de sels (2), au lieu de 0,6 à 1,9 comme la Mer Noire et 3,63 à 3,93 comme la Méditerranée.

Cependant, dans l'extrémité méridionale de la Caspienne et dans quelques-uns de ses golfes, qui sont des salines naturelles où cependant peuvent continuer à vivre quelques-unes des espèces ci-dessus, les sels arrivent à 3,03 p. 100 dans le Mertwyi-Kultuk, à 5,62 p. 100 à sa partie méridionale dans le Karassou (3), et à 28,5 dans le Karabugas, lagune méridionale, ayant une surface de 3000 milles marins carrés (4). *Cardium edule*, L., *Hydrobia* et *Neritina* sont indiqués aussi par Martins dans le lac salé de Tsary-Kamich au sud-ouest de la Mer d'Aral.

On peut en dire autant de plusieurs poissons dont les genres se retrouvent dans le Miocène supérieur de la Méditerranée occidentale.

Selon M. de Bosniacki, des *Gobius* vivent dans les sources thermales de Pouga (Thibet), des *Leuciscus* dans celles de Ceylan, le *Blennius varus* Bnp. dans l'eau thermale de Caldana près Campiglia en Toscane (5). Les

(1) Eichwald. Geographie des Kaspischen Meeres, 1830. Fauna Caspico Caucasica, 1841.
Krynicki.
(*Bull. Soc. des nat. de Moscou*, 1837.)
(2) J. Roth. Allgemeine und chemische Geologie, Bd. 1, 1879, p. 465.
(3) Mehner. (*Bulletin Acad. S. Pétersbourg*, 1857.)
(4) S. Schmidt. (*Bull. Ac. S. Pétersbourg*, 184.)
(5) S. De Bosniacki, Cenni spora l'ordinamento cronologico e la natura degli strati terziari superiori nei Monti Livornesi. (*Proc. verb. soc. tosc. d. sc. nat.*, 6 juglio, 1879.)

Atherina, fossiles dans les dites couches, vivent dans les mares saumâtres de l'île de Corse, de la Sardaigne et d'autres régions, ainsi que dans les lacs de l'Italie centrale. Tous ces animaux existent aussi ailleurs dans des eaux parfaitement douces.

Le lac, parfois très salé, de Van, riche en soude carbonatée et contenant 1,72 à 2,10 de sels ([1]), est peuplé, selon Abich, par des *Clupea* dites vulgairement *Taraa* ou *Taring*, mais, à vrai dire, dans la saison où les eaux sont plus douces.

Il est connu que des *Phragmites* et des algues d'eau douce vivent même dans les eaux saumâtres ([2]).

Quelques exemples se rapportent aussi à des animaux ordinairement marins. M. de Folin, en étudiant la faune de l'ancien lac, à peine saumâtre, d'Ossegon, détruit et maintenant réuni à la mer, trouva la *Scrobicularia piperata* en société avec *Cyclas, Pisidium*, *Anodonta, Limnaea*, *Physa* et plusieurs autres genres appartenant exclusivement aux eaux douces ([3]).

M. Vélain a observé, sur la côte d'Oran, en Algérie, *Cardium edule* L. et *Solen* (genre essentiellement marin) dans l'eau potable, dit-il, mais évidemment un peu saumâtre, d'un petit ruisseau séparé de la mer par une barre de sable ([4]).

M. Le Mesle a trouvé le *Cardium edule* en grande abondance dans le lac El Iskens, au sud-ouest de Bizente, dont l'eau est légèrement saumâtre, mais en général potable ([5]).

([1]) J. Roth, *Loc. cit.*, I, p. 486.

([2]) Seelheim. Sur les tourbières d'eau saumâtre. (*Arch. Néerl.*, XIII, 1878, p. 465-477.)

([3]) L. de Folin, *Loc. cit.*

([4]) Vélain. (*Bull. Soc. géol. de France*, 1878, p. 197.)

([5]) J. Rolland. Géologie de la région du lac Kelbia et du littoral de la

Dans l'Indo-Chine, deux *Arca* (*Scaphula*) remontent les fleuves du Pegu et de Tenassérim. L'*A.* (*Senilia*) *senilis* de l'Afrique occidentale vit dans les eaux saumâtres (1). E. v. Martens a décrit une *Modiola lacustris* du bassin du Yang-tse-Kiang en Chine, et une *Modiola* vit dans le lac de Touli-Sap (Siam). Le *Mytilus Martensi*, Neum. (*loc. cit.*) a été trouvé en Chine dans la rivière du Sie-Po à 60 milles géographiques de la mer.

J'ai vu *Mytilus minimus* avec *Peringia* attachés aux bois dans les eaux saumâtres à la sortie du Port-Canal de Viareggio; *Haminea*, *Peringia* et d'autres mollusques marins dans les fossés saumâtres de Livourne.

A Bornéo, la *Pholas rivicola* perfore des troncs d'arbres à dix-neuf kilomètres de la mer dans la rivière Pantai (2).

Les *Balanus* mêmes vivent dans les eaux saumâtres de l'ouest et du sud-ouest de la France (3) et d'ailleurs, et résistent aussi pendant quelque temps dans les eaux douces.

Beudant a fait à Marseille des expériences sur la vitalité des mollusques d'eau douce ou marins, en augmentant graduellement la salinité de l'eau des premiers jusqu'à 4 p. 100, en la diminuant de la moitié et la réduisant ensuite à zéro pour les seconds. Il réussit à maintenir en vie pendant quatre mois et demi plusieurs gastropodes d'eau douce, surtout des *Limnaea*, mais aucun acéphale; quelques espèces marines se conservèrent même quinze jours après qu'elles étaient dans

Tunisie centrale. (*Bull. Soc. géol. de France*, S. 3, t. XVI, 1888, p. 208.)

MARTENS, *Novitates conchyliologicae*, vol. IV. *Conchyl. Mitth.*, I, 1881, p. 97.

(1) N. NEUMAYR. Ueber einige Süsswasserconchylien aus China. (*N. Jahrb. für Mineral.*, 1883, Bd. II.)

(2) ISSEL.

(3) TOURNOUËR. *L. c.*, p. 12.

l'eau tout à fait douce, entre autres *Cardium edule*, *Ostrea edulis, Mytilus edulis*, *Balanus striatus*, espèces notoirement saumâtres autant que marines ; quelques espèces ne résistèrent pas aux changements (1).

C'est un préjugé, qui n'est pas rare, que de croire que les eaux trop salées manquent d'organismes vivants. Nous venons d'examiner les exemples des oasis d'Ouargha, de la Caspienne, de la mer d'Aral, des lacs Amers et, dans un chapitre précédent, ceux des lagunes et des salines de Tarente, d'Orbetello, etc. Laissons de côté les *Monas* et autres infusoires d'eau douce qui manquent dans la mer, et qui peuplent les salines littorales de manière à colorer le sel, et jusqu'aux étangs salés intérieurs, comme celui de Szamosfalva en Transylvanie (2). Les foraminifères vivant dans la Mer Morte appartiennent uniquement, selon Ehrenberg, à des types d'eau douce ou saumâtre, dont plusieurs vivent dans la vallée du Jourdain. Le même Ehrenberg a trouvé dans la terre des environs du lac de Texcoco, au Mexique, dont l'eau a le poids spécifique de 1,0069 (3), 140 espèces de diatomées d'eau douce, qui probablement vivent toujours dans le lac (4).

Le lac d'Elton (Astrakan), selon Rose, Erdmann, Göbel, avec 25,5 à 29,1, p. 100 de sels (5) contient des crustacés. Un crustacé, l'*Artemia fertilis*, Verr. (6) existe dans le Grand-Lac-Salé de l'Amérique septen-

(1) Semper. Vie animale, 1881, p. 439.

(2) Entz. *Term. füz.*, Buda-Pest, 1878.

(3) Hay. Renseignements sur Texcoco. (*Archives*, t. II, p. 326), Mexico.

(4) J. Félix und H. Lenk. Beitraege zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexico. Leipzig, 1890, p. 67 et suivantes.

(5) Roth. *Loc. cit.*, I, p. 469.

Rose. On the composition of the water of the Lake Elton. (*Edinburgh n. phil. Journ.*, XXI, 1836, p. 80.)

(6) *American Journal of Science*, nov. 1859.

trionale, où il y a de 14,90 à 20,28 p. 100 de sels. Dans le même lac, ainsi que dans le lac de Texcoco ci-dessus indiqué, M. Williston et d'autres trouvèrent en quantités incroyables les larves d'un insecte, l'*Ephydra hians*, Say (1), qui rappelle ainsi d'une manière frappante les larves de *Libellula* dont sont pétries les couches gypsifères de la Méditerranée occidentale.

Les larves de l'*E. californica*, Pack, remplissent aussi le lac Mono, très salé, et le Borax-Lake, en Californie, dont l'eau contient 8 p. 100 de sels (soude chlorurée, carbonatée, boratée, etc.). Dans ce dernier lac vivent même des larves de *Stratiomys* (2).

Trois espèces de *Lebias*, très voisines des *Lebias* des dépôts gypsifères, vivent autour de la Mer Morte dans les lagunes bien plus salées de la Méditerranée, p. e. dans celle au nord du Djebel Usdom, qui contient 4,76, p. 100 de sel, et se hasardent dans les eaux meurtrières de la Mer Morte, à peu de distance, il est vrai, de l'embouchure des ruisseaux d'eau douce, par exemple, de l'Ouadi Mojeh (3).

Les caractères communs à toutes ces formes sont : 1° d'avoir plus d'affinités avec celles des eaux douces qu'avec celles de la mer; 2° d'être toutes, sauf les faunes de la Mer Morte et du Grand Lac Salé, propres à des eaux non tout à fait douces, mais un peu saumâtres et plus faiblement salées que la Mer Noire; 3° de pouvoir vivre également dans des eaux d'une salinité souvent supérieure à celle de l'Océan. Nous avons expliqué dès le commencement du premier chapitre, sans qu'il faille

(1) G. Vom Rath. *Sitzunsgb d. niederrh. Ges. in Bonn*, 1886, p. 110.
Felix und Lenk : *Loc. cit.*

(2) G. Berker. Geology of the Quicksilver deposits of the Pacific slope. (*U. S. Geol. Survey*. Washington, 1888, p. 268.)

(3) Lartet. Expédition scientifique à la Mer Morte, pp. 270, 271.

y revenir, l'apparente contradiction qui ressortirait de ce troisième caractère.

En résumé, à en juger par la faune, la Méditerranée orientale avait le plus d'analogie avec les bassins dont les eaux sont moins salées que la Mer Noire, c'est-à-dire, en premier lieu, avec la faune à *Dreissensia* et *Adachna* de la Caspienne, de la mer d'Aral, du Tsary-Kamich ; deuxièmement, avec la faune à *Cardium*, *Melanopsis*, *Melania* de l'oasis d'Ouargla et d'autres petits bassins de l'Afrique septentrionale ; en troisième lieu, avec la faune continentale des eaux thermales et salines du système méditerranéen. C'est cette dernière circonstance qui fit dire à M. De Bosniacki que la faune du Miocène supérieur des monts de Livourne devait avoir vécu dans des eaux thermales [1] ; mais il ne songeait pas que la faune de ces eaux répète celle des lagunes saumâtres sans autres motifs que l'égal degré de salinité. Le même caractère faunique se vérifie dans la Méditerranée occidentale ; mais ici, nous rencontrons souvent, au milieu des gypses, des couches à *Lebias* et à *Libellula*, pauvres en d'autres fossiles, qui rappellent les dépôts des eaux très salées du Grand Lac Salé, du lac de Texcoco et des lagunes de la Mer Morte.

Origine des gisements gypsifères. — La lithologie de ces couches se trouve en parfait accord avec les déductions tirées de la faune. L'origine des gisements gypseux a été très discutée et souvent méconnue. Les auteurs plus anciens les ont regardés comme métamorphiques et les ont attribués aux âges les plus différents ; et ces opinions ne sont pas encore tout à fait écartées. La sédimentation régulière, l'uniformité d'âge et les autres circonstances devraient exclure le moindre doute à ce

[1] Cenni ord. cron., 1879, p. 14.

propos. Plusieurs savants, et dernièrement M. de Bosniacki, les supposèrent délaissés par des eaux thermales; mais cette hypothèse, bien que considérée comme rentrant dans les possibles par Roth, sur l'autorité de Nöggerath [1], me paraît bien loin de l'être. Une source thermale ne peut dissoudre qu'une très petite quantité de chaux sulfatée, dont la solubilité d'ailleurs, à la différence des autres sels, atteint son maximum à 35° C [2] et diminue, soit lorsque l'eau est plus chaude, telle qu'elle peut l'être à l'intérieur de la terre, soit lorsqu'elle se refroidit, ce qui se réalise dès que la source arrive à découvert : par conséquent, il est presque impossible que le gypse se dépose, mais plutôt, il n'est que plus facilement emporté dans l'eau qui s'écoule. Il est probable qu'on ne pourrait avoir du gypse déposé par une source que si l'eau s'évaporait complètement, et on n'en aurait, en tout cas, qu'une quantité négligeable. L'hypothèse indiquée serait quand même insuffisante pour expliquer l'existence de dépôts si étendus et non interrompus dans des régions où il n'y avait pas de terres émergées ou dans lesquelles il existait tout au plus des îlots minuscules, dans lesquels il ne pouvait y avoir ni sources, ni fleuves gypsifères énormes et intarissables. Les géologues les plus habiles ont considéré le gypse comme déposé dans des lagunes littorales, plus ou moins bornées, par l'évaporation de l'eau de la mer; c'est l'opinion presque générale parmi ceux qui ont affirmé le synchronisme des couches gypsifères avec quelque couche marine des localités voisines. Cette hypothèse non plus ne s'accorde pas avec les faits. Le dépôt des gypses est tellement uniforme et continu qu'on ne pourrait pas logiquement en attribuer l'origine à des lagunes plus ou moins

(1) Roth. Allg. und chem. Geol., I, p. 553.
(2) Poggiale. *Ann. de Chim. et de phys.*, VIII, p. 463.

bornées. Il occupe des surfaces très étendues et des régions entières, où il n'y avait pas de littoraux susceptibles de renfermer des lagunes.

D'ailleurs, les conglomérats attestant le voisinage possible d'un rivage sont extrêmement rares. J'aimerais même à croire que l'existence de lagunes ne possédant que d'étroites communications avec la mer serait liée, non seulement à des dépôts gypsifères, mais parfois à des gîtes de sel, ce qui ne se vérifie jamais, ou très rarement. Il me paraît donc que les dépôts gypsifères de la Méditerranée occidentale sont bien loin de s'être formés dans des lagunes littorales plus ou moins fermées.

Tâchons maintenant d'examiner les réponses de la géologie actuelle.

On sait que dans des bassins intérieurs où il s'évapore plus d'eau qu'il n'en arrive, l'eau de mer abandonne les matières qu'elle tient en dissolution suivant un ordre inverse à celui de leur solubilité, de sorte que les premiers qui se précipitent sont les sels de chaux, surtout le gypse, qui est contenu à raison de 0,01 p. 100 dans les eaux de la Mer Noire, 0,03 dans le lac d'Elton, 0,04 à 0,21 dans la Caspienne, 0,09 dans le Siwasch, 0,11 à 0,18 dans l'Océan Indien, 0,13 dans la Mer d'Aral, 0,13 à 0,14 dans l'Atlantique, 0,14 à 0,16 dans la Méditerranée [1], qui est donc, même de nos jours, au nombre des mers les plus riches en sulfate de chaux.

D'ailleurs, comme une médiocre teneur en chlorure de sodium (à peu près 16 grammes sur 100 c. c. d'eau), à la différence des teneurs moindres ou supérieures, facilite la dissolution du sulfate de chaux [2], on rencontre ce

(1) Roth. *Loc. cit.*, p. 464 et suiv.

(2) M. Zecchini. Sull' azione reciproca del gesso e sue soluzioni sopra minerali ed alcuni sali. (*Mem. Acc. Lincei, classe di sc. fis.*, S. 3, vol. XIV, 1883, p. 184 et suiv.)

Lecoq de Boisbaudran. *Ann. de Chim. et de Phys.*, IX, p. 173.

sel dans les mers plus abondamment que dans les salines et dans les bassins simplement saumâtres ou d'eau douce.

Probablement même, à cause des doubles décompositions occasionnées par la présence d'autres sulfates et par son insolubilité en présence d'autres sels, par exemple du sulfate de magnésie ([1]), le sulfate de chaux est précipité dès qu'il arrive dans les bassins, et bien avant que le chlorure de sodium et les autres sels plus solubles aient commencé à se déposer; par conséquent, on n'en rencontre presque plus dans les eaux mères des salines et dans les lagunes très salées. Mais les dépôts de gypse ne se forment pas seulement dans les baies littorales séparées de l'Océan, ni dans les petits bassins intérieurs dont les affluents, contenant des sels en solution, ne suffisent pas à compenser la perte due à l'évaporation. Ils peuvent se produire aussi dans les bassins plus ou moins amples, pourvu qu'ils ne soient pas en communication avec l'Océan; par exemple, à l'extrémité méridionale de la Caspienne, où courent s'évaporer les eaux légèrement saumâtres de l'extrémité septentrionale. Dans les profondeurs de la Mer Morte, on a l'exemple d'un dépôt continu de sel gemme et principalement de cristaux de gypse et d'argile ([2]), précisément comme dans le miocène supérieur de la Méditerranée occidentale. Dans le lac Elton et le lac Bagdo, dans la steppe entre l'Oural et le Volga, lacs qui n'ont aucune issue et dont l'eau ne s'échappe que par évaporation, le sel gemme et le gypse se précipitent, en été, en bancs solides, recouverts et conservés indéfiniment par les minces couches de boue qu'apportent les ruisseaux en hiver et au printemps. Suivant Abich, dans les lacs Gusmandag, Ourmiah,

([1]) Droeze. *Deut. chem. Ges.*, Berlin, 1876, p. 1358.
Rose. *Loc. cit.*, p. 82.
([2]) Lartet. *Loc. cit.* — *Bull. soc. géol. de France*, 1865, p. 455.

Van, même au milieu, il se forme, en été, par l'évaporation, des croûtes superficielles de sel qui finissent par tomber au fond. C'est ce qui a lieu aussi dans la Caspienne et en plusieurs lagunes.

D'ailleurs, dans les mers intérieures, comme dans l'éprouvette d'un physicien, l'eau superficielle qui, en été, devient plus salée et plus lourde par l'évaporation, descend dans les parties profondes, de sorte que la salure augmente avec la profondeur. Dans les mers ouvertes, riches en courants, une semblable concentration ne saurait avoir lieu, mais dans les mers intérieures, l'eau saturée du fond dépose des cristaux et forme des couches de sels. Lorsque les affluents du bassin sont troublés par les matières en suspension, il s'amasse au-dessus du sel des sédiments de sable et d'argile. Les dépôts de sel peuvent quelquefois être redissous; mais les dépôts gypsifères, une fois formés, ne sont plus sujets à se redissoudre par quelque vicissitude que ce soit. Telle est l'origine des gros bancs de gypse de la Mer Morte, du Grand Lac Salé, des environs des lacs Amers (1) et des *Schotts* sahariens.

La Méditerranée mer intérieure. — Les circonstances conduisent à admettre que les couches gypsifères de la Méditerranée méridionale se sont déposées au fond d'une ample mer sans issue, dont la saturation n'était pas encore arrivée au degré voulu pour la précipitation du sel gemme et des autres sels plus solubles. Cependant le bassin était, en général, plus salé que l'Océan et cela explique le caractère de la faune des mêmes couches gypsifères.

(1) F. de Lesseps. *Ann. de chim. et de phys.*, 1874, p. 139.
H. Bader, Ueber die Bitterseen des Suezkanals. (*Verhand. d. geol. Reichs.*, 1869, p. 287.)

S'il y avait eu de libres communications avec l'Océan, par conséquent des courants modérateurs de la salinité, tels qu'il en existe à présent à Gibraltar et aux Dardanelles, et plus encore tels qu'ils devaient exister pendant le Miocène moyen, les dites circonstances n'auraient pas pu se présenter. Au contraire, n'ayant pas d'issue du côté de l'Atlantique ni de la Mer Rouge, la Méditerranée méridionale, dépourvue d'affluents de quelque importance, soumise évidemment à un climat plus favorable à l'évaporation qu'à la précipitation, était la grande modératrice de la salinité et de la pureté de tout le bassin méditerranéen, même de la Méditerranée septentrionale, qui communiquait amplement avec elle par la Mer Egée, semblable en cela à la Caspienne méridionale, où vont s'évaporer les eaux à peine salées de l'extrémité septentrionale. Nulle autre hypothèse ne saurait expliquer le singulier caractère des faunes exclusivement caspiennes, d'eau évidemment saumâtre et peu salée d'un côté, excessivement salée de l'autre, et le manque absolu de faunes et de couches marines dans tout le bassin méditerranéen. Les faunes marines du Miocène moyen, qui déjà pendant l'âge sarmatique s'étaient retirées de la plus grande partie de la Méditerranée septentrionale, se retirèrent aussi du Midi, rentrant de proche en proche dans l'Atlantique. La faune à *Dreissensia*, à *Adachna*, à *Melanopsis*, etc., des *Kirchberger Schichten*, de la Moravie, de la Styrie, de la Maremme toscane et d'ailleurs, qui vivait renfermée dans les lagunes littorales, se multiplia pendant le Miocène supérieur, et se répandit de tous côtés à la faveur de conditions qui lui étaient si favorables, et remplit tout le bassin avec une extrême richesse.

Cette grande mer intérieure, une des plus considérables que l'on connaisse dans l'histoire de la terre, était

comparable par sa grandeur avec le bassin du Laramie dans l'Amérique septentrionale et avec celui, plus ancien, de Karoo, en Afrique. La mer *sarmatique* du Miocène moyen, les bassins Bonneville et Lahontan des Etats-Unis de l'Amérique du Nord ont été moins étendus.

Il va sans dire que même dans les grandes profondeurs de cette mer, se formaient les dépôts que nous avons plusieurs fois examinés. Que les couches gypsifères et à congéries ne soient pas toujours littorales, cela est attesté aussi par la nature lithologique des roches, argileuses et marneuses et le plus souvent très fines. Même de nos jours, la Mer Morte a, selon Lynch, plus de 1200 pieds de profondeur, la Caspienne, selon Baer, 1800, et ces profondeurs sont bien moindres que celles que devait avoir la Méditerranée.

Si, par hasard, on pouvait fermer le détroit de Gibraltar, par lequel les eaux plus salées de la Méditerranée se déversent dans l'Océan par le courant inférieur en échange d'eaux moins salées, les mêmes circonstances que dans le Miocène supérieur se renouvelleraient. Les régions septentrionales et l'Adriatique occidentale seraient occupées par des eaux légèrement saumâtres, à faune caspienne : dans les régions occidentales, voire dans les mêmes régions indiquées pendant le Miocène, excepté tout près de quelque estuaire (Rhône, Ebre, etc.), des dépôts gypsifères se formeraient, s'accumulant principalement sur les côtes occidentales et centrales de l'Afrique, dans la Mer Tyrrhénienne, autour de l'Espagne et de l'île de Crète. La faune marine actuelle serait complètement remplacée par la faune qui vit actuellement dans les lagunes littorales, et qui s'enrichirait extrêmement.

Opinions des auteurs et historique. — Ce n'est pas la première fois que l'idée d'une grande Méditerranée intérieure, sans issue pendant le Miocène supérieur, a été formulée. Déjà en 1847, Spratt, dont on vient de déplorer la perte récente, bien qu'il attribuât les couches de cet étage à l'Éocène, supposait que la partie orientale de la Méditerranée avait formé un grand bassin intérieur, réuni peut-être à une partie de la Méditerranée occidentale (1) ; il maintint, avec Forbes, cette manière de voir en 1858, après avoir précisé la vraie position de ces couches (2). Cependant Jenkins en 1864 (3) et Raulin en 1869 (4) conservèrent l'hypothèse de l'existence de lagunes limitées. Plus anciennement encore, dès 1843, Angelot avait été d'avis que les lacs et les bassins existant actuellement dans les dépressions circumméditerranéennes étaient les restes d'une grande mer asiatique, différente de la Méditerranée actuelle, qu'il supposait avoir occupé jadis le centre de l'ancien continent (5). Les géologues autrichiens, à leur tour, et en tête MM. von Hauer et Suess, depuis environ trente ans, ont commencé à admettre sans hésitation l'existence des grands bassins Pannonien et Ponto-Caspien, suivant même pour ce dernier les enseignements d'Abich et

(1) T Spratt. On the Geology of the island of Samos (*Quart. Journ. of geol. Society*, 1847, III, p. 65.) — On the geology of a part of Eubaea and Boeotia. (*Quart. J. Geol. Soc.*, 1847, III, p. 67.)

(2) T. Spratt. On the freshwater deposits of the Levant. (*Quart. J. Geol. Soc.*, 1858, p. 212.) Travels and researches in Crete, London, 1865, *passim*.

(3) H. M. Jenkins. Brakish-water fossils of Crete. (*Quart. J. of science*, London, I, 1864.)

(4) Raulin. Description physique de l'île de Crète, 1869, vol. II, p. 678.

(5) Angelot. Recherches sur l'origine du haut degré de salure de divers lacs placés dans le fond de grandes dépressions du sol des continents et en particulier de la Mer Morte. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 1, t. XIX, 1843, p. 356.)

d'autres savants renommés qui avaient illustré les pays orientaux. Lartet pouvait raisonnablement écrire en 1877 (1) :

" L'existence d'une nappe d'eau saumâtre qui aurait, " à des époques antérieures à la nôtre, occupé de vastes " surfaces autour de la Caspienne en nourrissant, comme " cette dernière mer, une faune d'un caractère intermé- " diaire entre celle des mers et des lacs actuels, paraît " être prouvée par les travaux des géologues qui ont, " depuis lors, parcouru ces contrées. „

Cependant l'idée n'a été appliquée pour la première fois à la Méditerranée occidentale que par moi (2). Qu'il me soit permis, et j'en demande pardon, de rapporter brièvement mes paroles. En 1878, je disais :

" La présence générale, dans tout le bassin méditer- " ranéen, de terrains de cet étage, qui se montrent " formés tantôt dans des eaux saumâtres, tantôt dans " des eaux beaucoup plus salées que celles de la Médi- " terranée, tend à prouver que les conditions d'existence " dans ces temps-là étaient bien différentes de celles " d'aujourd'hui, et que, par suite de circonstances cli- " matériques ou autres, il y avait une grande analogie " avec ce que nous voyons de nos jours dans certaines " mers fermées „ (3). Le 12 janvier 1879, j'ajoutais : " au

(1) *Loc. cit.*

(2) C. DE STEFANI. Cenni intorno alla cronologia dei terreni terziari della Toscana (*Proc. verb. Soc. Tosc. di Sc. nat*, 7 luglio 1878.) Osservazioni relativamente all' età e alle origini probabili delle formazioni gessose (*Proc. verb. Soc. tosc.*, 12 gennaio 1879). La Montagnola senese (*Boll. Com. geol.*, 1880, p. 79). Origine degli strati pontici intorno al Mediterraneo (*Proc. verb. Soc tosc.*, 13 marzo 1881). Quadro comprensivo dei terreni dell' Apennino settentrionale (*Atti Soc. tosc. Sc. nat*, 1881). Della nomenclatura geologica (*Att. R. Ist. Veneto*, s. 6, v. I, 1883, p. 11.) — Jejo, Montalto, Capo Vat., 1884, p. 159.

(3) La generale presenza tutto intorno al Mediterraneo di terreni di questo piano che mostrano di essersi formati talora in acque salmastre, talora in acque assai più ricche che non quelle del Mediterraneo di elementi salini, probabil-

" pourtour du bassin méditerranéen, partout où il existe
" des terrains de l'époque mio-pliocène, on n'y a trouvé,
" jusqu'à présent, que des couches d'eau douce ou sau-
" mâtre ou des couches formées dans des eaux très
" salées. L'universalité de ce fait et le manque de
" terrains marins semblables à ceux de l'époque antè-
" rieure et de l'époque postérieure, semblent montrer
" l'insuffisance de l'hypothèse de lagunes littorales qui
" se seraient desséchées périodiquement; car ces lagunes,
" si l'hypothèse était fondée, seraient toujours limitées,
" discontinues, interrompues par des bras de mer libre.
" Il semble donc que ces circonstances démontrent qu'il
" existait à cette époque une grande mer fermée, corres-
" pondant à peu près à la Méditerranée actuelle et dans
" laquelle, à défaut de courants capables d'en unifor-
" miser la salure, les sels se déposaient au fond, à com-
" mencer par les moins solubles (1). „

Quelques mois plus tard, le 17 juillet 1879, Neumayr présentait à l'Académie des Sciences de Vienne un travail dans lequel il répétait (2) :

" Nous ne connaissons dans toute l'Europe aucun

mente prova che in quei tempi le condizioni di quel mare erano ben diverse da quelle d'oggi e che per circostanze climatologiche o per altro esso aveva grande analogia con alcuni mari chiusi d'oggigiorno.

(1) Intorno al bacino Mediterraneo, dovunque si hanno terreni dell' epoca mio-pliocenica, si trovarono finora soltanto strati d'acqua dolce o salmastri, o formati dentro acque soprasature di sali. La universalità dei fatti suddetti e la mancanza di terreni marini simili a quelli delle età antecedenti e successive, sembra mostrare insufficiente l'ipotesi di lagune littorali che venissero alternativamente disseccate, le quali, se l'ipotesi fosse vera, sarebbero sempre limitate, e punto continue, ma interrotte da seni di mare libero. Sembra perciò che queste circostanze comprovino l'esistenza in quell epoca di un esteso mare chiuso, rispondente presso a poco all' odierno Mediterraneo, nel quale, per mancanza di correnti che ne rendessero uniforme la salsedine, i sali, a commiciare dai meno solubili, si depositavano nel fondo.

(2) Ueb. d. geol. Bau d. Ins. Kos. (*Vorgelegt in d. Sitz. d. math. nat. Classe am* 17 *Juli* 1879. *Ak. d. Wiss. Wien.*)

" dépôt marin qui puisse être déterminé comme contem-
" porain de ces formations ; partout où nous cherchons
" leur équivalent à l'aide de la stratigraphie ou de
" la paléontologie, ce sont toujours des dépôts de mers
" intérieures que nous sommes conduits à considérer
" comme parallèles (1). „

Neumayr connaissait probablement mes travaux, car sans cela il n'aurait pu se débarrasser de la croyance très commune que les couches marines du Miocène supérieur de l'Italie étaient entremêlées aux saumâtres. M. Suess, dans son dernier travail (2), a adopté la même idée ; en Italie, M. Pantanelli la partage aussi maintenant (3). M. Ch. Mayer a distingué dans ses classifications un *Messinien premier*, horizon saumâtre, ou pour mieux dire, de caractère *sarmatique*, qui, selon son auteur, aurait une distribution considérable, et, selon M. Pantanelli, pourrait être un synonyme des terrains dont nous avons parlé. Nous avons déjà établi que le *Messinien premier* de M. Mayer est constitué par les couches à *Potamides* et *Melanopsis* qui alternent à plusieurs niveaux dans le Miocène moyen ; que, par conséquent, il ne représente pas un horizon distinct, qu'il ne possède pas la faune des terrains examinés par nous, qu'il n'a pas une distribution générale uniforme, et qu'il ne correspond pas du tout à notre Miocène supérieur. M. Mayer n'a pas reconnu l'unité de ce terrain ; au contraire, il y suppose l'alternance de couches marines et l'existence de deux zones, littorale et de mer profonde.

(1) Wir kennen aus ganz Europa keine marine Ablagerung welche bestimmt als gleichzeitig mit diesen Bildungen betrachten werden könnte ; wo immer wir aus stratigraphischen oder paläontologischen Wege den Aequivalente aufsuchen, sind es jetzt immer wenn isochrone Vorkommisse überhaupt nachzuweisen sind, Binnenablagerungen.

(2) Ant. d. Erde.

(3) D. Pantanelli. Mon. strati pontici.

Classification du terrain. — Nous ne pouvons finir sans examiner la question de savoir si ces terrains peuvent être rapportés au Pliocène, ainsi que quelqu'un l'a proposé, plutôt qu'au Miocène. C'est une question longuement discutée et apparemment de simple accolade si l'on pense que les limites stratigraphiques sont le plus souvent aussi arbitraires que les limites paléontologiques ; pourtant, on ne manque pas de raisons pour la résoudre plutôt d'une manière que de l'autre.

L'âge que nous examinons représente l'apogée d'une période d'exhaussement et d'adoucissement graduel de la Méditerranée, commencée aux temps de la mer sarmatique, période qui s'arrêta pourtant tout à coup dans le Pliocène, par l'exhaussement définitif d'une grande partie de la Méditerranée septentrionale, par l'isolement de plusieurs bassins secondaires et par la réouverture des communications entre les autres régions et l'Océan.

Par rapport à la stratigraphie, nous avons vu qu'en Russie, dans l'Archipel, en Orient, dans l'Autriche-Hongrie, les couches, fréquemment horizontales, reposent en parfaite concordance sur le Miocène moyen, mais en revanche sont souvent ravinées par le Pliocène. Dans les environs de la mer de Marmara, des Dardanelles et en Russie, elles sont annoncées par l'alternance d'assises à *Dreissensia* au milieu du Miocène moyen, de manière que M. Andrussow avait proposé pour ces alternances le nom d'étage *prépontique* (L. c.). En Italie aussi les rapports sont plus intimes avec le Miocène qu'avec le Pliocène, et en somme, notre terrain est plus intimement lié avec le premier étage qu'avec le second.

La faune des vertébrés diffère autant de celle du Miocène moyen que de celle du Pliocène. Lyell et les

anciens auteurs classèrent toujours dans le Miocène supérieur la faune à *Dinotherium*, qui est justement celle de Pikermi et, en général, la nôtre : ainsi firent M. Gaudry quand il étudia l'Attique, et tous les géologues et paléontologues français et bien des italiens. M. Gaudry a prouvé que la faune a une physionomie ancienne, différente de celle du Pliocène. Les genres *Simocyon*, *Promephitis*, *Ictitherium*, *Ancylotherium*, *Dinotherium*, *Leptodon*, *Chalicotherium*, *Helladotherium*, *Palaeotragus*, *Tragoceras*, *Antidorcas*, *Dorcatherium*, *Acerotherium* manquent complètement dans le Pliocène, tandis que plusieurs d'entre eux sont représentés dans le Miocène antérieur ; seuls *Hyaena*, *Mastodon*, *Hipparion* ont aussi des analogies dans le Pliocène [1].

Les phyllites montrent très peu de différences avec les espèces soit du Miocène, soit du Pliocène. Parmi les mollusques terrestres, une espèce (*Helix senensis*, Pant.) se répète dans le Pliocène ; ceux des eaux douces ou saumâtres rappellent préférablement les espèces miocènes ; quelques espèces (*Valvata piscinalis*, *Bythinia tentaculata var.*) ont continué à vivre jusqu'à présent ; mais elles sont connues aussi dans les couches antérieures ; très rarement (*Nematurella ovata*) elles n'ont d'analogues que dans le Pliocène. Les *Neumayria*, *Fossarulus*, *Prososthenia*, *Goniochilus*, *Valenciennesia* appartiennent exclusivement ou à peu près au Miocène supérieur. Les *Vivipara* même ont plus de rapports dans le Miocène qu'avec les espèces si extraordinairement variées du Pliocène. Le *Planorbis cornu* est la même forme que celle du Miocène moyen. Les *Helix*, les *Neritodonta* et les *Melania* ont des analogies d'un côté et de l'autre. Les *Melanopsis* ressemblent aux espèces pliocènes et

[1] Gaudry. Sur l'âge de la faune de Pikermi, 1886.

à quelques types vivants, mais il faut se rappeler que les mêmes *M. impressa*, *M. narzolina*, *M. Matheroni* se retrouvent dans le Miocène moyen. On doit en dire autant de la section *Smendovia* des *Melanopsis*. Les *Dreissensia* se répètent dans la Caspienne actuelle et dans le Pliocène, mais représentées par si peu d'espèces qu'elles ne peuvent nullement être comparées à celles qui vivaient, si nombreuses et si abondantes, dans les marais saumâtres du Miocène moyen. Les innombrables espèces d'*Adachna* des *Kirchberger Schichten* et du Miocène de l'Italie sont remplacées dans le Pliocène par le *Cardium edule*. On doit donc déduire de tous ces faits que les affinités paléontologiques, autant que les rapports stratigraphiques, sont plus intimes avec le Miocène moyen qu'avec le Pliocène. Par conséquent, j'ai regardé ce terrain comme Miocène supérieur. M. Fuchs le classe dans le Pliocène ; mais j'ai montré par quelle série d'erreurs cette opinion avait été établie.

De ce que nous venons de dire ressort aussi l'inutilité d'instituer pour ce terrain un étage spécial, sous le nom de Mio-Pliocène. Il n'est pas plus naturel de réunir cet étage, le Miocène moyen et le Pliocène, dans un groupe *néogène*, selon les propositions de M. Maurice Hoernes. Cette manière de voir, fondée sur une connaissance imparfaite du Pliocène, est d'autant moins justifiée qu'en même temps on veut séparer du Miocène les couches inférieures pour les faire rentrer dans l'Oligocène.

CHAPITRE III.

PLIOCÈNE.

Italie. — L'Italie est la terre classique du Pliocène, non seulement par la grande variété de ses dépôts, mais aussi par la surface qu'ils occupent, bien plus grande que dans tous les autres pays de l'Europe. A cause de cela, presque les deux tiers de la bibliographie géologique et paléontologique de la péninsule sont consacrés au Pliocène [1], et l'on ne saurait s'appliquer utilement à l'étude de ce terrain sans l'avoir examiné en Italie, ou, tout au moins, sans bien connaître les observations qu'on y a faites.

Le Pliocène de l'Italie est constitué par des terrains d'eaux normalement marines, saumâtres ou douces; et, parmi les dépôts marins, par des marnes, des argiles bleues, des conglomérats, et des calcaires à *Amphistegina*. Ces dernières sont des roches littorales; les argiles et surtout les marnes sont de mer profonde. Sur le versant Adriatique, le Pliocène forme une bande plus ou moins étendue, adossée aux Alpes maritimes et à l'Apennin, à partir des vallées de la Stura-di-Demonte et du Pesio en Piémont, presque sans interruption, jusqu'aux environs de Melito, qui est l'extrême pointe de la presqu'île. Sur les bords de la mer Tyrrhénienne il remonte des

[1] A cause de son exubérante longueur, je m'épargne de donner, même en abrégé, la bibliographie relative aux terrains pliocènes de l'Italie.

environs de Melito vers le Nord, tout le long des Apennins, avec des interruptions bien plus nombreuses et plus amples en Calabre, entre le golfe de S. Eufemia et la Campagne, correspondant à la région volcanique de l'Italie centrale. Sur les deux rivières de la Ligurie, jusqu'aux confins de la Provence, on n'en trouve que des lambeaux épars, particulièrement à l'embouchure des vallées, bien plus fréquents à l'ouest de Gênes et d'autant plus généralement d'eau profonde que l'on procède vers le bassin du Rhône.

Du côté des Alpes, à l'exception de la petite colline isolée de S. Colombano, qui est à gauche du Pô, on n'en connaît que des lambeaux très petits, le plus souvent recouverts par les éboulis et par les terrains glaciaires ou alluviens, à l'intérieur de quelques vallées au pied des Alpes occidentales, de la Dora Baltea à Castenedolo (Brescia). On ne connaît pas de couches marines au pied des Alpes orientales. Le massif des Alpes était complètement émergé comme aujourd'hui et découpé par les nombreux fjords du littoral. Les Apennins aussi étaient exhaussés, mais leur place était en partie occupée par des îles, particulièrement en Toscane et dans l'Italie méridionale.

Au milieu de plusieurs des principales vallées de l'Apennin, dans les recoins plus hauts et plus éloignés de la mer, se formaient des bassins d'eau douce, des lacs de montagne, qui devaient donner au paysage un caractère semblable à celui de certains endroits des Alpes actuelles. Tels étaient les lacs, situés tous sur le versant tyrrhénien, de Sarzana et de Lunigiana dans la vallée de la Magra, de Castelnuovo-di-Garfagnana [1] et

[1] C. de Stefani. Sulle ligniti della valle di Serchio, con carta geol. (*Acc. ec. agr. dei Georgofili*, Firenze, 1887.)

de Barga (1) dans la vallée du Serchio, du Val-di-Sieve (2), de la vallée supérieure du Tibre, et du Chiascio (3). Ils étaient habités par une faune d'eau douce très pauvre, mais en revanche leurs dépôts renfermaient en quantité des mollusques et des vertébrés terrestres. Les couches les plus anciennes sont argileuses et plus ou moins lignitifères; les supérieures sont sableuses et caillouteuses. Dans les Alpes aussi, il y avait des lacs à Leffe (Bergamo), dont les dépôts inférieurs, au moins à en juger par les vertébrés, sont pliocènes, et probablement dans le Val-Sabbia dans le bassin du Chiese, où l'on a découvert, dit-on, l'*Elephas meridionalis*.

D'autres bassins lacustres ou marécageux étaient plus bas, dans des fjords au milieu des montagnes, mais au niveau de la mer, séparés par des barres et des dunes ou par des plages sablonneuses plus ou moins étendues : on peut citer les bassins lacustres de Rieti, de Terni, de Perugia, et le plus important entre tous, celui du Val-d'Arno. Il n'y a pas d'erreur que l'on n'ait émise sur les fameux dépôts du Val-d'Arno, dont on a voulu faire le type d'un étage pliocène tout à fait différent des couches marines formant ce qu'on a appelé le *Val-d'Arno inférieur*. Rien n'est plus erroné que cela : stratigraphiquement, — car je réserve les observations paléontologiques pour plus tard, — non seulement les dépôts lacustres du *Val-d'Arno supérieur* sont au même niveau altimétrique que les dépôts marins, mais les uns sont en communication sans discontinuité avec les autres (4).

(1) C. de Stefani. Il lago pliocenico e le ligniti di Barga nella valle del Serchio. (*Boll. com. geol. d'Italia*, 1889.)

(2) G. Ristori. Il bacino pliocenico del Mugello. (*Boll. Soc. geol. italiana*, 1889.)

(3) C. de Stefani. Moll. plioc. continentali.

(4) C. de Stefani. *Ibid.*, p. 165.

G. Ristori. Considerazioni geologiche sul Valdarno superiore, sui dintorni d'Arezzo e sulla Val di Chiana. (*Atti Soc. tosc. sc. nat.*, Pisa, 1885, p. 18).

Répétons-le encore une fois : LE VAL D'ARNO ÉTAIT UN BASSIN COMMUNIQUANT DIRECTEMENT AVEC LA MER; LES DÉPÔTS D'UN BOUT DE LA RÉGION SE SUIVENT AU MÊME NIVEAU ET SANS INTERRUPTION AVEC CEUX DE L'AUTRE BOUT.

Non plus au milieu des montagnes, mais aux bords de la mer, sur les plages des golfes mieux séparés se trouvaient des lacs ou étangs littoraux, constamment pourvus d'eaux douces qui leur venaient des vallées en amont, ainsi que les étangs de Lucques, de Val-di-Nievole, du bassin de Florence. Une ample lagune à peine saumâtre, la lagune du Trasimeno, renfermant une faune à *Vivipara* et à *Dreissensia* qui rappelle le mieux celle des couches *Levantines* que nous verrons en Orient, recevait les eaux douces du Casentino et du bassin de Perugia et était séparée de la mer par des dunes meubles et variables.

Indépendamment de ces lagunes, on rencontre fréquemment, dans l'Italie centrale, tout près des plages très découpées, au milieu des dépôts marins, des couches d'eau saumâtre dans les faunes desquelles il y a autant de variabilité de lit en lit qu'il y avait de variation dans le degré de salinité des eaux qui les hébergeaient, depuis le facies sarmatique ou de la Mer Noire, suffisamment salé, au facies caspien qui l'est moins, et à un facies d'eau tout à fait douce. Les études que l'on peut faire à ce propos dans les environs de Sienne, de S. Miniato, de Chiusi et d'ailleurs, sont extrêmement instructives. Tout autour se formaient les dépôts marins littoraux, constitués de graviers et de conglomérats ; plus au loin, ceux de la zone laminarienne, c'est-à-dire des conglomérats, des sables et des calcaires à *Amphistegina* et à brachiopodes, dépôts dont le peu de profondeur est prouvé aussi par les *Lithothamnium* qu'on y rencontre fréquemment, et au large, les autres, savoir, les sables

et les argiles coralligènes et les marnes blanches à foraminifères d'eaux plus profondes. Comme le niveau primitif des sédiments n'a été que très peu altéré par les mouvements du sol, on peut presque généralement suivre d'un bout à l'autre le passage non interrompu des zones littorales aux autres, qui naturellement conservent, même à présent, une altitude d'autant moindre qu'elles étaient plus profondes lors de leur formation. Dans l'Italie méridionale, où la pente des côtes était très abrupte, on peut voir sur les montagnes, près des sommets, les calcaires à *Amphistegina*, les sables et les cailloutis littoraux et laminariens, tandis qu'au pied s'étendent les dépôts des zones plus profondes, chronologiquement contemporains des autres, bien qu'inférieurs en altitude.

Distinction des faunes. — Je n'aborderai pas des questions de détail, qui ont un intérêt local, bien que parfois très grand, mais non une importance générale.

Les faunes sont naturellement très différentes d'une zone de profondeur à l'autre. Entre les zones laminarienne et coralligène du Siennois, je l'ai déjà dit, il n'y a presque pas un seul mollusque absolument commun : parmi plusieurs centaines d'espèces que j'ai étudiées, je n'ai rencontré que deux espèces communes et encore sont-elles représentées par des variétés facilement reconnaissables. Pour le moment, et en considérant chaque zone dans son ensemble, on ne peut faire aucune distinction entre les fossiles des couches inférieures et ceux des supérieures. Quelques espèces rares n'ont été trouvées qu'en certaines couches et non ailleurs ; mais on ne peut pas dire qu'elles signalent des horizons bien déterminés ; maintes fois on a fait une semblable supposition pour telle ou telle autre espèce, mais les observations ultérieures ont bientôt montré l'erreur. Cependant, il est encore possible que des études stratigraphiques pré-

cises, accomplies dans des localités très éloignées les unes des autres, puissent nous dévoiler quelque chose de plus.

On ne peut non plus établir, dès à présent, quelque distinction entre la faune de la mer Tyrrhénienne et celle de l'Adriatique. On a cru observer de nos temps quelque différence, bien qu'extrêmement petite, entre les deux faunes, mais pendant le Pliocène la séparation des deux bassins était bien moins ancienne et très incomplète.

En ce moment même on ne peut faire aucune distinction chronologique dans les faunes des vertébrés terrestres, si ce n'est que, peut-être, dans les premiers temps du Pliocène, à cause de la végétation plus luxuriante, prédominaient les herbivores et les omnivores, particulièrement les tapirs, qui sont devenus plus rares ou qui ont disparu plus tard. On a prétendu que la faune des couches lacustres du Val-d'Arno diffère de celle du Pliocène marin et est plus récente. Rien n'est plus faux. Toutes les espèces du Val-d'Arno, et en général de tous les bassins lacustres, à peu d'exceptions près, se répètent dans les couches marines. Je dirais même que ces couches ne contiennent d'autres vertébrés que ceux du Val-d'Arno; je ne connais pas une seule espèce qui leur soit exclusive. C'est aussi l'opinion de tous les géologues italiens récents.

Voici la liste complète des mammifères du Val d'Arno, avec l'indication des autres lieux où on les a trouvés dans les couches marines : je ne répéterai pas les noms spécifiques qu'on trouve dans toutes les listes du Val-d'Arno, mais qui n'ont jamais été publiés avec une description suffisante.

Inuus florentinus, Cocchi. — Orciano.

Felis arvernensis, Croiz. et Job.

Felis 2 sp.
Machærodus cultridens, Cuv.
M. crenatidens, Fabrini. — Valdichiana.
M. Nestianus Fabrini.
Canis etruscus, Major. – Montopoli.
C. Falconeri, Major.
C. sp.
Ursus etruscus, Cuvier.
Mustela sp.
Hyaena topariensis, Major. – Montopoli.
H. robusta, Weithofer.
Equus Stenonis, Cocchi. – Montopoli et ailleurs.
E. quaggoides, Major.
Tapirus arnensis, De Blainv.
Rhinoceros etruscus Falc. — Très commun dans les couches marines.
Sus Strozzii, Menegh.
Hippopotamus major, Cuvier.
Leptobos elatus, Croiz et Job. — Sienne.
Cervus dicranius, Nesti.
C. ctenoïdes, Nesti.
C. Perrieri, Croiz et Job.
C. sp.
Tragelaphus torticornis Aym.
Mastodon Borsoni, Hays. — Astesan.
M. avernensis, Croiz. et Job. — Très commun partout.
Elephas meridionalis, Nesti. — Très commun.
E. lyrodon, Weithofer.
Castor, 2 sp.
Hstyrin, sp.
Lepus, sp.
Arvicola, sp.

On a supposé, et MM. Fuchs, Neymayr et bien d'autres l'ont répété, que le *Mastodon arvernensis* caractérise la

faune et les couches plus anciennes et l'*Elephas meridionalis*, les couches supérieures. C'est une supposition aussi peu fondée que les autres ci-dessus examinées. Non seulement dans Val-d'Arno, mais partout ailleurs, ces deux grands pachydermes ont vécu ensemble, ou du moins, à la même époque, car il paraît que chacune des deux espèces préférait certaines régions à d'autres, et que leur présence simultanée dans un même endroit est incompatible. C'est probablement cette raison si simple, et qui se vérifie si souvent pour les animaux de nos jours, qui fait que, par ci par là, une espèce est très abondante à l'exclusion de l'autre ou à peu près. Dans les bassins lacustres de la Luniagina, de Castelnuovo-di-Garfagnana, de Barga, on n'a trouvé que le *Mastodon arvernensis*, très fréquent; dans le Val-di-Siene, on connaît seulement l'*Elephas* : mais dans le Valdarno, dans le bassin de Perugia, dans toutes les couches marines où sont enfouis les spécimens provenant des lieux les plus divers, les deux vertébrés sont toujours ensemble [1], et nous avons déjà vu, contrairement à une opinion de M. Fuchs, que l'*Elephas meridionalis* est non moins fréquent dans les dépôts marins que dans les lacustres. D'ailleurs, dans le Valdarno, le Val-di-Serchio et ailleurs, le *Mastodon arvernensis* arrive jusqu'aux couches les plus récentes du Pliocène ; il y est même plus commun que dans les niveaux inférieurs, ce qui est en contradiction frappante avec les opinions presque universellement acceptées. Il est bien possible cependant, ainsi que nous le verrons dans le chapitre suivant, que l'*Elephas meridionalis* se soit éteint plus tard que le *Mastodon*.

Subdivisions proposées. — Mais abordons maintenant

[1] T. Fuchs. Ueber neue Vorkomnisse fossiler Säugethiere (*Verhand. k. k. geol. Reichs.*, 1879).

une question plus ardente et plus controversée, celle des subdivisions que l'on a proposées pour les terrains pliocènes, et qui ont été fondées sur les dépôts des Apennins. Autant que pour le Miocène, chaque zone de profondeur différente a reçu une dénomination spéciale et a été regardée comme un étage distinct; en outre, comme d'ordinaire, la succession des couches et des zones dans une région limitée a été généralisée et prise pour type de la série des étages de tous les autres lieux possibles.

En 1853, M. P. de Rouville, le savant professeur de Montpellier, dans sa thèse inaugurale ayant pour titre : *Description géologique des environs de Montpellier*, résumant les données acquises sur le Pliocène de cette localité, le classe à peu près au niveau des sables d'Asti, en Italie, dans un étage pour lequel il propose le nom d'*Astien*. Mais pour l'auteur, ce terme d'*Astien* vient simplement remplacer le nom d'étage subapennin (*L. c.*, p. 185), sans désigner d'une manière précise tel ou tel niveau. En effet, il comprend sous cette dénomination tout le Pliocène et les faluns à *Cardita Jouanneti* du Miocène moyen.

En 1857 parut un mémoire de M. Mayer qui, sans rappeler la proposition de M. de Rouville, suggérait le nom de *Plaisancien* (1), de la province de Plaisance, où le Pliocène est presque entièrement constitué de sables littoraux, à l'instar des terrains de l'Astésan. De cette manière, l'étage *Plaisancien*, dans son acception originale, est un synonyme parfait de l'étage *Astien*. M. Mayer, qui s'en aperçut plus tard, borna le nom de *Plaisancien* aux marnes sableuses bleues, *coralligènes*, bien moins

(1) K. Mayer. Versuch einer neuer Classification der Tertiaer-Gebilde Europa (*Verh. d. schweiz. naturforsch. Gesell.* Trogen, Appenzel, 1857).

étendues que les sables, autant dans le Plaisantin que dans toute l'Emilie et dans le Piémont. Voilà de quelle manière le nom de *Plaisantin* a fini par représenter les marnes bleues et, plus tard, les argiles bleues *coralligènes*, avec une signification qui ne correspond plus à la définiton originale. Cependant, bien que M. Mayer lui-même, dans ses derniers *Tableaux des terrains* (1), ait fini par abandonner complètement le nom proposé par lui, les géologues italiens ont continué à appeler *Plaisancienne* la zone coralligène, et *Astienne* la zone littorale, et ils ont rapporté la première au Pliocène inférieur, la seconde au supérieur. Quelques-uns ont improprement attribué la paternité du nom *Plaisancien* au marquis L. Pareto. Ce savant limitait le nom aux marnes bleues; mais, par une série d'erreurs paléontologiques et stratigraphiques qui ne sauraient être imputables à lui, mais aux connaissances imparfaites de son temps, il les réunissait, comme un simple sous-étage supérieur, au *Tortonien* du Miocène moyen, et il supposait que la formation caspienne-gypsifère du Miocène supérieur était plus récente.

M. Pareto plaçait l'*Astien* à la suite du Plaisancien et au-dessous du *Villafranchien* (2). Il proposait ce dernier étage pour les sables et les graviers à mollusques et vertébrés continentaux du pliocène de Villafranca, San-Paolo, Villanova dans les collines de l'Astesan, et pour les dépôts d'eau douce des vallées de la Magra, du Serchio et d'ailleurs, dépôts en grande partie pliocènes, en partie plus récents : il séparait toutefois le *Villafranchien* des autres

(1) K. Mayer-Eymar. Tableau des terrains de sédiment (*Glasnik hwatskoga naravoslovnoga druitva*, God. IV ; Zagreb, 1889).

(2) L. Pareto. Notes sur les subdiv. que l'on pourrait établir dans les terr. tert. de l'Apennin sept. (*Bull. Soc. géol. de France*, t. XXII, 1865.)

étages pliocènes et le regardait comme l'étage inférieur du postpliocène. C'est donc à l'autorité acquise par le savant géologue italien que nous sommes redevables d'une partie des erreurs sur la faune pliocène que nous avons indiquées et de son attribution au quaternaire. Rectifiant l'idée de Pareto, on pourrait regarder le nom de *Villafranchien* comme simplement applicable au facies d'eau douce et continental du Pliocène. D'ailleurs il n'y a eu que M. Sacco qui ait tenté dernièrement de le ressusciter (1), comme un étage venant se placer au-dessus des zones marines. Nous ne nous arrêterons pas sur les synchronismes proposés par M. Sacco, qui place dans le *Villafranchien*, avec les terrains continentaux du Val-d'Arno, de l'Apennin, de Villafranca, de l'Astesan, mal à propos séparés du Pliocène marin, tant de couches qui appartiennent par leur faune et par leur situation stratigraphique au Postpliocène, ou dont l'âge n'a pas été du tout déterminé, et qui parallélise au Pliocène plusieurs terrains au delà des Alpes qui ne paraissent y avoir rien à faire. Il avait proposé aussi un sous-étage *Fossanien* (2), réuni plus tard au *Villafranchien*, qui aurait représenté un facies d'estuaire. Les faunes indiquées par Sacco sont celles des mollusques terrestres et d'eau douce, tout à à fait continentaux, de Tassarolo, de Fossano et de quelques autres endroits. Je pense que la faune de Tassarolo appartient plutôt au Post-pliocène; en tout cas, M. Sacco, en attribuant aux fossiles un facies d'estuaire, aura voulu faire allusion à leur transport opéré par quelque courant d'eau douce, mais non certainement

(1) F. Sacco. Il Villafranchiano al piede delle Alpi. (*Boll. Com. geol. d'Italia*, 1886, p. 423.)

(2) F. Sacco. Le Fossanien, nouvel étage du Pliocène d'Italie. (*Bull. Soc. géol. de France*, 1886.)

à un caractère saumâtre ou de mollusques d'estuaire ayant vécu sur place, caractère qu'ils n'ont pas.

M. Mayer, en 1884, a cru devoir fonder encore un nouvel étage, l'*Arnusien*, déduit précisément du Val-d'Arno, qui équivaudrait au Post-pliocène inférieur, ou qui, pour mieux dire, serait un étage de passage entre le Pliocène et le Post-pliocène. Il l'a divisé, comme toujours, en deux sous-étages, le supérieur *Dürntenin*, l'inférieur *Cromérin* (1), auquel appartiendraient les conglomérats du *Villafranchien* de l'Astesan, et, ajout M. Mayer, le *Sansino*, c'est-à-dire les conglomérats à petits éléments des collines pliocènes de la Toscane et principalement du Val-d'Arno; mais à coup sûr, le *Sansino* ou dépôt de cailloux gros comme une olive (*sansa*) se répète dans le Pliocène à tous les niveaux possibles, dans le Val-d'Arno et dans toute la Toscane. Devrai-je encore une fois faire remarquer l'étrangeté de cette idée qui fait de la faune et des couches du Val-d'Arno un type différent des couches pliocènes? Devra-t-on encore une fois répéter que la faune des terrains marins n'est autre que la faune du Val-d'Arno ? Ainsi, pour ce qui concerne l'Italie, le sous-étage *Cromerin* et les types de l'étage *Arnusien* doivent être remis en compagnie de tous les autres terrains du Pliocène.

Après Pareto, M. Doderlein, suivi par presque tous les paléontologues de l'Emilie (Cocconi, Coppi, Pantanelli), soit qu'il se rappelât qu'à l'origine *Plaisancien* et *Astien* étaient synonymes, soit qu'il limitât le *Plaisancien* aux sables argileux, proposa le nom de *Tabian*, dérivé de Tabiano (Parme), pour les argiles bleues qui, du Plaisantin au Modenais, forment les couches les plus inférieures

(1) C. Mayer-Eymar. Classification des terr. tert. Zürich 1884.

du Pliocène [1]. Cet étage aurait été caractérisé principalement par la *Ficula ficoïdes*, Brocc. ou *F. undata*, Bronn, et en général, même quand cette espèce ne se présente pas, par une faune franchement coralligène. Il serait donc un parfait synonyme du *Plaisancien*, non du type originairement proposé par M. Mayer, mais du *Plaisancien* corrigé et restreint des géologues italiens. Il n'y a que M. Coppi qui, considérant plutôt la position stratigraphique que la faune, attribue à l'étage *Tabian* certains sables et conglomérats littoraux inférieurs du Modenais, que M. Doderlein avait sagement classé dans l'*Astien* [2].

M. Seguenza enfin, trop tôt ravi à la science et à ses amis, divisait le Pliocène en deux étages, *Zancléen* [3], nom proposé par lui, et *Astien*, subdivisés, chacun à son tour, en deux sous-étages, inférieur et supérieur. Il avait supposé d'abord que le *Zancléen* était un horizon exclusivement pliocène, mais plus ancien que tous les horizons pliocènes connus jusqu'à ce moment, et en quelque sorte intermédiaire entre le Pliocène et le Miocène. M. Mayer, trouvant trop classique le terme de *Zancléen*, lui avait substitué celui de *Messinien;* mais bientôt ce *Messinien* est arrivé à être tout autre chose que le *Zancléen.* Nous avons vu que le *Zancléen inférieur*, constitué par des marnes blanches, appartient à la zone abyssale du Miocène moyen. Nous parlerons de l'*Astien supérieur* dans le chapitre prochain. Le *Zancléen supérieur* est le calcaire à *Amphistegina* et le sable littoral du

(1) P. Doderlein. Note illustrative della carta geologica del Modenese e del Reggiano. (*Mem. Acc. sc. Modena*, 1870-71-72.)

(2) F. Coppi. Del terreno tabiano modenese e dei suoi fossili. (*Boll. Com. geol. d'Italia*, 1880.)

(3) V. ces citations dans le chapitre relatif au Miocène moyen.

Pliocène; l'*Astien inférieur* est l'argile coralligène. Dans les localités de l'Italie méridionale observées par moi on ne constate nulle part la superposition des argiles aux calcaires et aux sables, ainsi que l'avait supposé M. Seguenza, mais on voit plutôt le contraire, ce qui a été observé aussi par MM. Waters, Fuchs et Mantovani; en tout cas le nom de *Zancléen* doit disparaître.

Heureusement les fabricants d'étages ne se sont pas occupés des marnes blanches pliocènes de la zone plus profonde, ni des couches d'eaux saumâtres à *Dreissensia*; par conséquent nous n'avons pas d'autres noms à passer dans la synonymie.

Voici l'aperçu des différentes zones bathymétriques du Pliocène, suivies des noms et de l'étage qu'on leur a attribué :

1. Zone continentale alluvionale, lacustre (*Villafranchien* Pareto).

2. Zone de marais saumâtres à *Dreissensia* de Toscane.

3. Zones marines, *littorale* et *laminarienne* (*Astien*, De Rouville ; *Plaisancien*, Mayer; *Zancléen supérieur*, Seguenza).

4. Zone marine *coralligène* (*Plaisancien* des auteurs; *Tabian*, Doderlein; *Astien inférieur*, Seguenza).

5. Zone de mer plus profonde (*Astien inférieur*, Seguenza *pro parte*; marnes du Vatican).

Si l'on voulait comparer les terrains du Pliocène à ceux du Miocène moyen, on pourrait très bien paralléliser les couches à *Dreissensia* aux *Kirchberger-Schichten*, et au *Sarmatien;* la zone 3 aux *Horner-Schichten*, à l'Helvétien, aux calcaires de la Leitha et de Rosignano; la zone 4 au *Tortonien*; la zone 5 au *Langhien* et au *Schlier*, sans qu'elle arrive pourtant aux profondeurs de ces dernières.

En général, pendant le Pliocène, le sol de l'Italie con-

tinuait à se soulever en même temps que les mers se remplissaient. Pour cela, ordinairement, en particulier dans la vallée du Pô, des sables plus littoraux succédaient aux couches de mer profonde, qui, au commencement de la période, arrivaient tout près des montagnes, tandis que le dépôt des argiles continuait plus au large. Voilà pourquoi ceux qui ont observé le Pliocène dans la vallée du Pô ont établi que les sables *Astiens* succédaient aux argiles *Plaisanciennes* et en ont fait deux étages à faune complètement différente, dont la succession a été généralisée à tout le Pliocène méditerranéen, sans se demander s'il ne s'agissait pas de deux termes d'une même unité géognostique, sans reconnaître que les sables et les calcaires à *Amphistegina* sont au-dessus des argiles dans les Romagnes et dans les Marches, qu'ils alternent avec elles dans le Siennois et que très souvent on peut observer le passage latéral réciproque. C'est donc une erreur que de généraliser à toute la Méditerranée la succession des couches observées dans une localité. Pour conclure, je répéterai que tout essai de subdiviser le Pliocène par des principes non exclusivement paléontologiques, qu'on n'a pas encore pu établir, doit être absolument repoussé.

Côte orientale de la mer Ionienne et de l'Adriatique. — Avant de passer à la Sicile, examinons le versant Ionien de la Grèce et les pays plus septentrionaux qui longent l'Adriatique. Au milieu du continent on a indiqué des dépôts lacustres, probablement pliocènes, sous forme de couches à *Melanopsis*, à Stamna en Etolie [1], et des couches à *Vivipara*, découvertes par Boué et Viquesnel, à Ypek en Albanie, dans la haute vallée du Drin. Des

[1] M. Neumayr. Der geologische Bau des westlichen Mittel-Griechenland. (*Denk. d. Math. Classe. d. k. Ak. d. Wiss.*, Wien, Bd. XL, 1879.)

formations marines, argileuses et sableuses, certainement assimilables à celles de l'Italie, ont été reconnues en plusieurs lieux de la Morée par l'expédition scientifique française ([1]), et leurs fossiles ont été illustrés par Deshayes ([2]). Elles sont plus étendues, à ce qu'il paraît, dans les îles adjacentes; on trouve, en effet, des sables littoraux et des argiles ou marnes coralligènes à Zante, à Céphalonie ([3]) et à Corfou ([4]). Plus au Nord, on ne connaît de dépôts pliocènes qu'au milieu de l'Adriatique, dans l'île de S. Nicola (Tremiti) sous forme de marnes de mer profonde ([5]) et à Pelagosa-Grande, à 80 milles du Gargano, à 100 milles de la Dalmatie. Ici, dans une localité dite La Cava, à peu près à 45 mètres de hauteur au-dessus des gypses du Miocène supérieur, on trouve un calcaire à Nullipores, *laminarien*, dans lequel Lóczy, Stur et Stache ont trouvé *Perna Soldanii*, *Pecten cfr. latissimus*, *Haliotis tuberculata*, *Trochus magus* et autres mollusques ([6]). Quelques auteurs ont considéré ce calcaire comme miocène; M. Stache l'a comparé au post-pliocène de Tarente, mais si les mollusques ont été bien déterminés, les deux premières espèces excluent le Post-pliocène, les deux dernières le Miocène, et le terrain devrait donc être Pliocène.

Sicile. — Le Pliocène prend une part très importante à la formation de la Sicile avec des faunes et des carac-

([1]) Expédition scientifique de Morée. Géologie et minéralogie, par P. de Boblaye et T. Virlet, 1833.

([2]) *Loc. cit.*, t. III, partie 1re, p. 81. Paris, 1833. — A. Philippson. Der Peloponnes, Berlin, 1891.

([3]) Hamilton. On a tert. dep. near Lixouri.

([4]) Fuchs. Plioc. Bild. von Zante.

([5]) Tellini. Oss. geol. s. isole Tremiti, p. 472.

([6]) Stache. Geol. Not. Pelagosa, 1876.

M. Groller von Mildensee. Topografisch-geologische Skizze der Inselgruppe Pelagosa. (*Mitth. a. d. Jahrb. d. K. ung. geol. Anst.*, 1885, p. 152.)

tères lithologiques semblables à ceux de l'Apennin méridional et avec la même présence de dépôts de mers profondes. La carte géologique de l'Italie peut donner une idée de son étendue, bien qu'on ait réuni au Pliocène plusieurs gisements du Post-pliocène inférieur dont il sera question dans le chapitre suivant.

Pianosa. — L'îlot de Pianosa est presque en entier constitué par une roche pliocène laminarienne, à *Clypeaster*, *Pecten latissimus*, dents de poissons, spongiaires, et très analogue au *calcaire de la Leitha*, *Helvétien*, du Miocène moyen (1).

Corse. — Dans l'île de Corse, ce terrain n'est indiqué que du côté oriental, dans la plaine d'Aleria, sous forme de sables passant de la zone laminarienne à la coralligène (2); mais il se peut qu'il s'agisse d'un dépôt miocène *Tortonien*.

France. — En revenant au continent, nous trouvons plusieurs lambeaux de Pliocène en Provence, à l'embouchure des vallées, avec la même prédominance de caractères de mer profonde que dans la rivière ligurienne occidentale. On peut le voir dans les alentours de Roquebrune dans le bassin du Var, des environs de Nice (3), où l'on a trouvé aussi des restes de *Rhinoceros etruscus*, jusqu'à Antibes, où M. Tournouër observa les calcaires à *Amphistegina*, unique gisement connu en France, recouvrant les marnes blanches (4), et enfin près de Cannes, dont les fossiles ont été illustrés par M. Depontailler (5). Plus à l'Ouest s'ouvrait le grand

(1) Simonelli. Terr. e foss. di Pianosa.

(2) Hollande. Géol. de la Corse, p. 95.

(3) E. Desor. Sur les terrains glaciaires, diluviens et pliocènes des environs de Nice. (*Bull. Soc. niç. d. Sc. nat. et hist.*, Nice, 1879.)

F. Fontannes. Sur les embouchures des deltas miocènes et pliocènes du Var. (Assoc. franç. sept. s. 1876, p. 417, etc.)

(4) R. Tournouër. (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, s. 3, t. V, p. 851.)

(5) J. Depontailler. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. V, p. 778.)

bassin du Rhône, y compris l'Hérault ([1]), par où la mer pliocène pénétrait au moins jusqu'aux environs de Lyon. Les dépôts sont le plus souvent littoraux, quelquefois d'eau saumâtre, comme ceux à *Potamides Basteroti* de Visan, de Vacquières près de Théziers, des Drilles, de la Gaillarde près de Montpellier, etc.; mais il y en a même de la zone *coralligène*, tels que les marnes à *Nassa semistriata*, à *Pecten Comitatus*, *Ostrea cochlear*, etc. M. Fontannes en a fait le sujet d'une des études les plus approfondies qu'on possède sur le Pliocène méditerranéen; seulement, je me permettrai de faire observer que, dans son étude paléontologique, il a proposé plusieurs nouvelles variétés qu'on pourrait croire destinées à distinguer le Pliocène français du Pliocène classique de l'Italie, tandis qu'en réalité elles se répètent dans cette dernière région avec les mêmes caractères. Je ne partagerai pas même l'opinion que les marnes à *Nassa semistriata* correspondent à une phase organique intermédiaire entre le *Tortonien* de Tortone et les marnes bleues pliocènes de l'Italie; paléontologiquement elles doivent être parallélisées aux marnes blanchâtres de la Rivière occidentale, du Vatican, de l'Astien inférieur de Seguenza; stratigraphiquement, elles sont interposées aux mêmes horizons que les marnes italiennes, auxquelles elles sont donc parfaitement synchrones.

Dans l'Hérault, à Montpellier, et ailleurs, selon Fontannes, M. Viguier ([2]) et d'autres observateurs, des

([1]) F. Fontannes. Les mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon. (*Soc. d'agr. de Lyon*, 1879-1883.) — Note pos. strat. couches à Cong., et d. marnes à lign., 1881. — Terr. tert. rég. delph.-provenç. 1881. — Note sur l'extension et la faune de la mer pliocène dans le S-E. de la France. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XI, 1882.) — Transformations du paysage lyonnais pendant les derniers âges géologiques. Lyon, 1885, etc.

([2]) Viguier. Étude sur le pliocène de Montpellier. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XVII, 1889, p. 379 et suiv.)

marnes d'eau douce alternent dans la partie supérieure des marnes et des sables marins.

En plusieurs autres endroits dans l'Hérault et dans le Valentinois, ces marnes, accompagnées de poudingue et d'autres dépôts d'eau douce, sont tout à fait superposées aux formations marines, ou sont considérées comme telles par les auteurs, même quand les rapports stratigraphiques ne sont pas évidents. Dans le nombre sont les localités plus ou moins fossilifères du Palais de Justice de Montpellier, de Celleneuve, du pont de la Mosson (Hérault), de Durfort (Gard), d'Hauterives, de Fay d'Albon (Viennois), des Drilles près de Chabeuil (Valentinois), etc., dont les faunes continentales ont été étudiées par de Christol, Marcel de Serres, P. Gervais, Paladilhe, Michaud, Sandberger, Locard, Fontannes, Viguier, etc. Ces mêmes formations continentales, et parfois des tufs, apparaissent, indépendamment des dépôts marins, dans la vallée du Rhône au nord de Lyon, à Cheilly, à Saint-Germain-au-Mont-d'Or, à Trévoux, dans la Bresse à Meximieux, et plus au Nord dans la vallée de la Saône; les couches à *Vivipara* ont été illustrées par Tournouër (1), les empreintes végétales des tufs par de Saporta (2). La faune des mollusques terrestres et d'eau douce, hormis quelques *Helix* et quelques autres espèces, a un caractère très semblable à celui de la faune pliocène italienne et à la faune actuelle de l'Europe, qui est d'une origine très ancienne. Les espèces connues aujourd'hui sont cependant, à peu d'exceptions près, différentes des es-

(1) R. Tournouër. Note sur quelques fossiles d'eau douce recueillis dans le forage d'un puits au fort de Vancia, près de Lyon. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. III, 1875, p. 741.) — Observations sur les terrains tertiaires de la Bresse (*Ibidem*, t. V, 1877, p. 734), etc.

(2) G. de Saporta et Marion. Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux. (*Arch. du Mus. d'hist. nat. de Lyon*, t. I, 1875.)

pèces contemporaines du Piémont, de la Toscane et de l'Ombrie en Italie. Cette différence dans les espèces se conserve d'ailleurs à notre époque entre l'Italie et la vallée du Rhône, ainsi qu'entre toutes les localités un peu distantes. On sait qu'il n'existe pas d'êtres aussi variables que les mollusques et quelques autres animaux terrestres.

Dans le bassin du Roussillon, aux environs de Perpignan, se répètent les sables et les argiles sableuses, suffisamment étendus, recouverts eux aussi par des dépôts d'eau douce à faune de mammifères terrestres (1).

D'un autre côté, les dépôts fluviatiles continentaux avec la faune pliocène du Valdarno sont signalés dans le centre de la France en Auvergne (2), à Saint-Prest près de Chartres (3), et dans le Sud-Ouest à Soulac (Bordelais), sous le sable des Landes, où M. Benoist a indiqué des ossements d'*Elephas meridionalis* (4) dans un dépôt ligniteux.

Faune des vertébrés de la France. — A cause des enseignements que l'on peut en retirer pour l'étude de tout le Pliocène méditerranéen, qu'il me soit permis de m'arrêter quelque peu sur la faune des vertébrés de la France, d'après les observations faites par les savants de ce pays.

A Montpellier, dans les couches moyennes et supérieures des sables marins de la citadelle et des carrières

(1) C. Depéret. Description géologique du bassin tertiaire du Roussillon. (*Ann. sc. géol.*, t. XVII, 1885.)

(2) Croizet et Jobert. Recherches sur les ossements fossiles du département du Puy-de-Dôme. Paris, 1828.

(3) P. Gervais. Zoologie et Paléontologie générale, 1867-69, p. 19 et *passim*.

(4) E. A. Benoist. Description géologique et paléontologique des communes de Saint-Estèphe et de Vertheuil. (*Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, t. XXXIX, p. 79 et 301.)

situées autour de la ville, on a trouvé une faune riche d'herbivores et d'omnivores, qui a donné lieu à plusieurs discussions. A cette faune appartiennent *Mastodon arvernensis* commun, *Tapirus minor*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Sus provincialis*, espèces du Pliocène italien et, sauf les deux dernières, du Valdarno, avec quelques espèces inconnues dans le Pliocène de l'Italie, comme *Felis Christoli*, Gerv., *Lutra affinis*, Gerv., *Hyænarctos insignis*, *Chalicomys sigmodus*, Gerv., *Hipparion* sp., *Palœoryx Cordieri*, De Christ., *Cervus Cauvieri*, De Chr., *C. australis*, M. de Serres. Dans les marnes d'eau douce supérieures aux sables, à presque toutes les espèces qu'on vient d'indiquer s'ajoutent *Semnopithecus Monspessulanus*, Gerv., et *Lagomys laxodus*, Gerv., (1), pareillement inconnus dans le Pliocène de l'Italie. Une faune tout à fait semblable est celle des couches d'eau douce qui, suivant Depéret, recouvrent le pliocène marin du bassin du Roussillon ou de Perpignan (2). On y a trouvé en plusieurs localités *Mastodon arvernensis*, connu aussi dans les dépôts marins sousjacents, tout à fait pliocènes, *Rhinoceros leptorhinus*, *Tapirus minor* ou *arvernensis*, *Sus provincialis* ou *arvernensis*, *Cervus australis*, *Hipparion crassum*, Gerv., et *Palœoryx boodon*, *Viverra Prepratxi*, Dep. *Machairodus cultridens*, Cuv, *Felis brevirostris*, Cr. et Job. *Vulpes Donnezani*, Dep., *Dolichopithecus ruscinensis*, Dep., *Castor* sp., etc. De l'examen de ces faunes il résulte d'une manière indiscutable, à propos des doutes manifestés par des paléontologistes non français, que le *Mastodon arvernensis* fait partie intégrante des faunes de Montpellier et de Perpignan et qu'une espèce d'*Hipparion*, différente de celles du Miocène, vivait en même temps.

(1) Gervais. Zool. et Pal. gén. — Viguier. *Loc. cit.*

(2) Depéret. *Loc. cit.* — Description des animaux fossiles du Roussillon. (*Mém. Soc. géol. de France; Paléont.*, 1890.)

MM. C. Major et A. Gaudry (1) ont placé la faune de Montpellier, par conséquent aussi celle de Perpignan, dans le Pliocène inférieur, et un géologue l'a même attribuée au Miocène, à cause de son analogie avec la faune du Casino près de Sienne, qui, sans nul doute, ainsi que nous l'avons dit, provient des couches à congéries du Miocène supérieur. Mais je pense que l'affinité et la conformité de certains caractères des deux faunes ne dérivent que de la topographie, identique dans les traits généraux des deux régions où elles habitaient à un intervalle de temps si grand, régions situées de même sur les bords marécageux et très boisés de la mer ou en général d'un grand bassin. Cela expliquerait aussi la prédominance des herbivores avec quelques carnivores, la présence des hippopotames du Casino, des *Sus*, des *Lutra*, de quelques singes. Mais le fond des deux faunes est très différent.

La faune du Casino appartient certainement par son ensemble à l'âge du *Mastodon longirostris*; l'*Hippopotamus* qu'on y trouve n'a rien à faire avec les espèces pliocènes, car c'est un *Hexaprotodon*; l'*Hipparion* est l'espèce du Miocène supérieur, non celle de Perpignan ; la grande *Antilope* aux dents de bœuf (*Palæorix Cordieri*), qui porte le même nom qu'une espèce française, appartient à un type commun dans le Miocène plus encore que dans le Pliocène, où d'ailleurs on l'a rencontré, non seulement à Montpellier, mais aussi à Trévoux (2). Le *Semnopithecus monspessulanus* du Casino, bien que dernièrement encore considéré comme identique à l'espèce de Montpellier par M. G. Ristori (3), me paraît certainement

(1) C. Major. Cons. mamm. plioc. post. d. Toscana.
A Gaudry. Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires, 1876.
(2) Depéret. *Comptes rend. Acad. sc.*, t. VIII, p. 203, 1889.
(3) G. Ristori. Le scimmie fossili italiane, 1890.

différent, à en juger par les figures et les moules que nous possédons [1].

Bref, je crois pouvoir affirmer que, même paléontologiquement, les faunes du Casino et de Montpellier sont d'âge différent. S'il y a des différences entre les faunes de Montpellier et de Perpignan et les autres faunes pareillement pliocènes de l'Auvergne et du Val d'Arno, cela s'explique aisément, il me semble, par une diversité de la manière de vivre, par une différence des circonstances géographiques ; il y a d'ailleurs bien des espèces, et des espèces importantes, qui sont communes aux deux faunes, et ce serait une absurdité que de croire que partout, dans les montagnes, dans les collines, dans les plaines, dans les marécages et dans les déserts, aux bords de la mer et dans les vallées, une seule et même faune vécût pendant le Pliocène ou dans quelque âge géologique que ce fût. Les faunes de Montpellier et de Perpignan ne sauraient être comparées qu'avec les faunes à *Tapirus minor, Sus provincialis, Mastodon arvernensis*, etc., qui sont encore incomplètement connues, des couches argileuses et ligniteuses des bassins de Spoleto, du Serchio, de la Magra, de l'Arno,

(1) L'espèce du Casino, que je propose d'appeler *Semnopithecus senensis*, ressemble beaucoup par ses dimensions et par ses caractères au *S. mouspessulanus*, Gerv. du pliocène de Montpellier et un peu moins au *S. schistaceus*, Hogdson, la plus grande espèce du genre, vivant dans le Thibet. Dans la troisième molaire inférieure, dont nous possédons trois exemplaires du Casino, bien figurés dans la monographie de M. Ristori, le talon postérieur n'est pas aussi mince et aussi étroit que dans le *S. mouspessulanus*, et il se réunit à la couronne, du côté extérieur, par une ligne courbe, presque régulièrement convexe, plutôt que concave ainsi que dans le *S. mouspessulanus*; ce talon postérieur, en outre, n'a pas de tendance à être bifide, comme dans les deux autres espèces indiquées. Dans notre espèce aussi, dans la troisième molaire les tubercules intérieurs sont plus évidemment recourbés en croissant, dont les extrémités embrassent le tubercule extérieur. Les prémolaires se ressemblent un peu plus ; cependant, dans notre espèce le talon postérieur est plus développé que dans les autres.

généralement situées, en Italie, à la base de la série pliocène lacustre des mammifères.

La faune des alluvions prévolcaniques de l'Auvergne, par exemple, de Perrier près d'Issoire, d'Ardé, Bourbon, Pardines, Neschers dans la haute vallée de l'Allier (1), dans le Puy-de-Dôme, étudiée par Devèze et Bouillet, Croizet et Jobert, Bravard, Julien, Potier, Aymard, Pomel, Depéret, Gervais, Boule, etc., celle du Coupet dans le même bassin (Haute-Loire) (2) et des alluvions volcaniques de Vialette dans la haute vallée de la Loire, parallèle et limitrophe à celle de l'Allier ; celle de Trévoux, où l'on a trouvé, entre autres, le *Palæoryx Cordieri* (3), de Saint-Germain au Mont-d'Or, Cheilly, Autrey, Saint-Seine dans le bassin de la Saône, etc., toutes contenant le *Mastodon*, ont été regardées comme plus récentes que les faunes de Montpellier et de Perpignan, et classées dans le Pliocène supérieur. Cependant, si toutes ces faunes sont parallèles, ainsi qu'on l'a justement supposé, à celle des sables marins pliocènes de l'Italie et des dépôts lacustres du Val d'Arno, on ne peut faire moins que de synchroniser, et de rapporter aussi à la même époque les faunes de Montpellier et de Perpignan. Ces dernières, en effet, se trouvent précisément dans les couches supérieures de la formation, et si elles ont été rangées dans le Pliocène inférieur, ainsi que le fait observer M. Viguier, cela résulte de quelques formes archaïques qui ont fait impression sur des auteurs qui ont écrit sans préoccupations stratigra-

(1) C. Depéret. Nouvelles études sur les ruminants pliocènes et quaternaires d'Auvergne. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XII, p. 247.)

M. Boule. Le *canis megamastoides* du Pliocène moyen de Perrier. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XVII, 1889, p. 321.)

(2) Aymard et Dorlhac. Notice sur le cratère du Coupet. (*Ann. de la Soc. agr. sc. et arts du Puy*, XIX, 1854.)

(3) Depéret. *Compt. rend. Acad. sc.*, VIII, p. 203, 1889.

phiques. On a rencontré ensemble le *Mastodon arvernensis*, et l'*Elephas meridionalis* au Coupet (1), à Trévoux et à Saint-Germain-au-Mont-d'Or, de sorte qu'il n'y a aucun doute que ces deux grands proboscidiens aient coexisté en France autant qu'en Italie et en Angleterre. Si nous les trouvons souvent séparés, ce n'est, je le répète, que par la raison qu'ils habitaient des régions différentes. Je dois pourtant remarquer que, dans la liste des vertébrés italiens mise en comparaison avec ceux de la France par M. Depéret (2), on doit retrancher l'*Elephas priscus*, qui à coup sûr n'a jamais été rencontré dans le Pliocène de l'Italie, et l'*Elephas antiquus*, dont l'existence dans les couches les plus élevées, soupçonnée par quelques-uns, n'a pas encore été confirmée.

Par la fausse idée que l'*Elephas meridionalis* n'aurait pas coexisté avec le *Mastodon*, qu'il serait plus récent et que quand on le trouve associé à ce dernier — chose universelle en Italie et très fréquente ailleurs — c'est par suite de remaniements hypothétiques; par cette idée, dis-je, les faunes à *Elephas meridionalis* sont attribuées à la partie supérieure du Pliocène supérieur (3) ou, ainsi que le propose M. de Mortillet, à la faune de Saint-Prest, à la partie la plus récente de l'horizon *Arnusien*, si malheureusement retiré du Val d'Arno. Ces faunes, en France, se trouvent à Saint-Martial (Hérault) (4), à Durfort et au Pont Saint-Esprit (Gard) (5), à Malbattu (Haute-Loire), à Chagny (Saône et Loire) (6), à Saint-Prest

(1) Depéret. Desc. bass. Rouss, p. 255.

(2) *Loc. cit.*, p. 756.

(3) Depéret. *Loc. cit.*, p. 128.

(4) A. Gaudry. *Réunion extraordinaire à Montpellier*, 1868.

(5) L. De Sarrand d'Allard. Matériaux pour servir d'explication à la carte géologique des environs de Pont-Saint-Esprit. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XV, 1887.)

(6) Lortet et Chantre. *Archives du Muséum de Lyon*, I, 1872.
Depéret. *Loc. cit.*, p. 262.

près de Chartres sur l'Eure, à Soulac (Gironde). Il est très probable que le *Cervus megaceros* de Saint-Prest n'a pas été rencontré avec les autres espèces déterminées par Laugel, Lartet, Falconer, Gervais, etc. (*Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*) qui sont tout à fait pliocènes. De même, l'*Ursus spelæus*, indiqué à Malbattu, doit provenir d'une couche différente de celles qui renferment *Elephas meridionalis*, *Tapirus*, *Rhinoceros leptorhinus*, etc. ([1]). Les espèces des autres localités, bien qu'il y manque le *Mastodon*, sont toutes pliocènes. Nous verrons cependant que l'*Elephas meridionalis*, si longtemps associé au *Mastodon*, paraît lui avoir survécu, et il se peut que, non pas tous, mais quelques-uns des dépôts à *Elephas meridionalis* de la France soient un peu plus récents que le Pliocène tel que nous l'avons compris dans ce chapitre : dans le cas d'incertitude, ce qui n'existe pas, me semble-t-il, pour la plupart des localités indiquées, les espèces qui l'accompagnent décideront la question.

Qu'il me soit permis de conclure que, même pour les faunes à vertébrés du Pliocène, tel que nous le comprenons, nous ne possédons pas encore des connaissances suffisantes pour établir s'il existe ou non une légère différence morphologique entre les espèces des couches les plus anciennes et celles des couches supérieures; pour l'instant, il paraît que non.

Allemagne. — On doit placer à côté des dépôts continentaux de la France, les sables de Mosbach sur le Rhin (Nassau) à *Elephas meridionalis* (que M. Pohlig voudrait

([1]) Pomel. Catalogue méthodique des vertébrés de la Haute-Loire et de l'Allier, 1854.

Depéret. *Bull. Soc géol. de Fr.*, s. 3, t. XII, p. 247.

Rütimayer. Die Rinder der Tertiaer-Epoche. (*Mém. de la Soc. pal. suisse*, t. IV, p. 84, 1877.)

appeler *E. trogontherii*, Poh. (1) et *Rhinoceros etruscus*, Falc. (selon M. Major et les auteurs les mieux informés) ou *leptorhinus* selon quelques autres, le *Lehm* des environs de Fulda (Hesse-Électorale) à *Mastodon arvernensis* et *M. Borsoni* (2), et les alluvions anciennes à *M. arvernensis* de la vallée de la Gera (Thuringe) (3). M. Fuchs (4), à cause des idées qu'il partage sur l'âge de l'*Elephas*, place le gisement de Mosbach dans le Pliocène supérieur, bien que le *Rhinoceros* qui s'y trouve soit rapporté par d'autres géologues au Pliocène inférieur.

Espagne.— En revenant à la Méditerranée, en Espagne, les formations marines du Pliocène, avec les mêmes caractères de mer profonde et littorale qu'en France et dans la Ligurie, sont indiquées à peu de distance de la mer dans les bassins de la Muga et du Ter (Gerona) (5), dans le golfe de Papiol près de Barcelone, et plus au sud-ouest sur le littoral de la province de Grenade (6), dans le golfe de Vera (Almeria) (7), à Malaga (8), à San Pedro Alcantara (9) et ailleurs. A Malaga, on a retrouvé des débris de *Rhinoceros etruscus* (10).

Bords méridionaux de la Méditerranée. — Le Pliocène

(1) H. Pohlig. Dentition und Kraniologie des *Elephas antiquus* Falc. (*N. Acta d. K. Leop. Car. Ak.*, Halle, Bd. LIII, 1889.)

(2) Speyer. *Zeitschr. d. deut. geol. Ges.*, t. XXIX, p. 853, 1877.

(3) K. v. Fritsch. Das Pliocän im Thalgebiete der zahmen Gera in Thüringen. (*Jahrb. d. K. preuss. geol. Landesanst.* 1885.)

(4) Fuchs. Ueb. n. Vorkomm.

(5) Vidal. *Loc. cit.*

(6) Bertrand et Kilian. *Loc. cit.*

Michel-Lévy et Bergeron. Sur les roches cristallophylliennes et archéennes de l'Andalousie occidentale. (*Compt. R. Ac. Sc.*, 1885, p. 709.)

(7) F. Schrodt. Beiträge zur Kenntniss der Pliocänfauna Süd-Spaniens. (*Zeitschrift der deut. geol. Gesellch.* 1890).

(8) Parker and Jones. (*Quart. Journ. geol. Soc.*, 1860, p. 302).

(9) Michel-Lévy et Bergeron. Mission d'Andalousie. Etude géologique de la Serrania de Ronda. (*Mém. prés. à l'Acad. d. Sciences*, t. XXX, 1888, p. 344.)

(10) Falconer. Palæontological Memoirs and Notes.

a été découvert sur plusieurs points du littoral algérien et tunisien. Dans les environs immédiats d'Alger et plus à l'Ouest, les dépôts marins de l'époque ont été indiqués dès longtemps par De Verneuil, Renou, Delage, Ville, Nicaise, Pomel, Péron, et illustrés dernièrement, d'une manière tout à fait satisfaisante et selon les dernières réponses de la science, par M. Welsch, qui y a distingué les argiles bleues coralligènes, les sables littoraux, et les calcaires à *Melobesia*, *Amphistegina* et brachiopodes, justement comparés aux calcaires à *Amphistegina* de la Provence et de l'Italie (1). Dans la province de Constantine, il semble qu'on doive attribuer aussi au Pliocène une formation lacustre étendue dans le bassin de l'Ouadi El-Kébir, laquelle paraîtrait sous forme de poudingues surmontés d'argiles et de grès, puis de calcaires marneux et d'argiles lignitifères, renfermant une faune fluvio-lacustre. Les grès et les argiles moyennes renferment une riche faune d'*Helix* et d'autres coquilles décrites par M. Crosse (2). M. Thomas y aurait rencontré à Aïn Jourdel, avec l'*Elephas meridionalis* et l'*Equus Stenonis*, un véritable *Hipparion* (3).

En Tunisie, entre Bizerte et le golfe de Gabes, le Pliocène marin existe certainement (4) et j'ai vu moi-

(1) Péron. Desc. géol. Algérie, p. 179 et suiv.

Welsch. Sur les différents étages pliocènes des environs d'Alger. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XVII, p. 125, 1889.)

(2) *Journal de conchyliologie*, s. 3, t. II, p. 153 et suiv.

(3) P. Thomas. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. (*Mém. Soc. géol. de France*, s. 3, t. III, 1884.) — Notes additionnelles sur les vertébrés fossiles de la province de Constantine. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. III, 1886, p. 139), etc.

(4) A. Pomel. Géologie de la côte orientale de la Tunisie et de la petite Syrte. (*Bull. de l'Ecole sup. des sc. d'Alger*, 1884.)

G. Rolland. Géologie du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XVI, 1888, p. 187.) — Carte géologique du littoral nord de la Tunisie. (*Ibidem*, s 3, t. XVII, 1889, p. 192.)

même des fossiles recueillis par M. Brogi (*Pecten flabelliformis* et autres); mais les études stratigraphiques n'ont pas été aussi approfondies que dans les environs d'Alger. On n'a pas encore exclu d'une manière absolue l'idée que la Méditerranée, pendant le Pliocène, communiquait avec l'Atlantique à travers la région des schotts, ce qui expliquerait l'abondance des types africains tropicaux dans la faune pliocène méditerranéenne.

En Egypte, laissant de côté les couches marines disputées de l'Ouadi-el-Mellaha près des Pyramides de Giseh, que M. Ch. Mayer-Eymar rapporte à l'époque diluvienne et Neumayr au Pliocène, opinion plus vraisemblable ([1]), M. Lydekker a signalé l'*Equus Sivalensis* ou *Stenonis* de la faune du Val d'Arno dans les dépôts continentaux de Ouadi-Halfa ([2]).

Chypre. — En poursuivant notre route autour de la Méditerranée, nous rencontrons dans l'île de Chypre les couches marines reconnues par M. Gaudry comme pliocènes, et dans lesquelles les deux tiers des fossiles ont leurs analogues vivants ([3]).

Je ne connais nulle part ailleurs, dans la Méditerranée plus orientale, des couches marines de cet âge.

Rhodes. — En s'approchant de la mer Egée, on trouve dans l'île de Rhodes des dépôts d'eau douce, bien étudiés paléontologiquement par M. Tournouër ([4]). On ignorait leur localité précise, mais M. Major a rapporté de son

([1]) K. Mayer-Eymar. Zur Geologie Egyptens. (*Viert. d. Zuricher naturforsch. Ges.*, août 1886.)

M. Neumayr. Pliocäne Meeresconchylien aus Aegypten. (*Verh. geol. Reichs.*, 1887, p. 350.)

([2]) R. Lydekker. On a molar of a Pliocene type of *Equus* from Nubia. (*Geol. Magazine*, déc. 3, 1887.)

([3]) Gaudry. Géol. d. Chypre, p. 201 et suiv.

([4]) P. Fischer. Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes. (*Mém. Soc. géol. de France*, s. 3, t. I, 1877.)

voyage plusieurs espèces de Calavardha et de Mirtona ; et peu après M. Bukowski relevait une carte de l'île assez intéressante (1). Ces fossiles doivent être surmontés par les dépôts marins de l'âge de Monte-Mario et appartiennent certainement au Pliocène. On remarquera notamment les *Melanopsis*, *Melania*, *Diana*, *Neritina*, *Pisidium* voisins de formes qui vivent actuellement aux bords de la Méditerranée orientale, la *Vivipara clathrata*, Desh. du bassin de Calavardha, richement ornée, distincte, par ses quatre carènes, du type à deux carènes si commun en ces temps dans l'Archipel et dans le continent, l'*Unio Prusi*, Bourg., qui se trouve dans des terrains contemporains en Roumanie et le *Goniochilus Zitteli*, Schw. qui se répète identique dans le Pliocène lacustre de Terni en Italie. La pauvreté des *Vivipara* et des *Melanopsis* différencie, à mon avis, les dépôts de Rhodes des autres du même âge et semble leur donner une apparence de dépôts formés dans une eau tant soit peu plus douce que les autres de l'Archipel dont il sera parlé à l'instant. Cependant, selon M. Bukowski (p. 257), les couches supérieures de Calavardha alternent avec des sédiments marins, ce qui montrerait l'existence de ces derniers même à Rhodes.

Crête, *Cerigo*. — Des dépôts de marais du même âge ont été découverts par Spratt dans l'île de Crête. Ils contiennent *Melanopsis*, *Goniochilus anomalus*, Jenk., *Neritina*, *Unio cretensis*, Jenk. et alternent avec des lits à *Potamides* (2) ainsi que les dépôts de Cos, de manière qu'on aurait une preuve absolue du caractère d'eau saumâtre de ces gisements et de l'existence de la mer aux environs de la mer Egée pendant le Pliocène.

(1) G. Bukowski. Grundzüge des geologischen Baues der Insel Rhodus. (*Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss. Math. nat. Classe*, b, Bd. XCVIII, Wien, 1889.)

(2) Jenkins. Brak.-wat. foss. of Crete, p. 413.

Neumayr a mis en doute à priori la possibilité de ces alternances ([1]), mais à tort, nous le verrons.

Le même horizon, où les mollusques d'eau douce sont mêlés aux mollusques marins, paraît à Cerigotto, tandis que, selon les indications de M. Jameson, confirmées par un récent voyage de M. C. Forsyth Major, à Cerigo se trouve la série des couches pliocènes marines appartenant à la zone laminarienne, très étendue ([2]).

Cos. — Presque au milieu de la mer Egée, les couches pliocènes marines et lacustres se répètent dans l'île de Cos avec des caractères de la plus haute importance pour l'histoire de la Méditerranée orientale, ne différant point de ceux qu'elles ont en Toscane et en Grèce. M. Major m'a donné des débris de couches marneuses recueillis par lui sur le chemin entre Pylli et Antimakia, presque dans le centre de l'île. Ils sont pétris de *Cardium edule*, L., *Sindosmya ovata,* Phil., *Eione neritea*, L., *Potamides tricinctum*, Broc., *Peringia choa*, De St. (*Hydrobia acuta* selon Tournouër, *H. slavonica* selon Neumayr), *Melanopsis Gorceixi,* Tourn. Ces couches rappellent si vivement par leur faune et par leur aspect celles d'eau saumâtre de la Pescaia près de Sienne, qu'on pourrait facilement les confondre. Les quatre premières espèces se trouvent, en effet, dans le pliocène siennois, en même temps que *Neritodonta Sena*, Cant., *Peringia procera*, Mayer, *Melanopsis flammulata*, De St. De telles couches avaient été déjà signalées à Cos, mais non sans

([1]) Geol. Bau d. Ins. Kos, p. 267, note 3.

([2]) R. Jameson. Notes on the Natural History and Statistics of the Island of Cerigo and its dependencies. (*The Edinburgh n. philosoph. Journ.*, t. XXI, 1836, p. 211.) Parmi les fossiles découverts par M. Major, j'ai observé *Clypeaster pliocænicus*, Seg., *Anomia ephippium*, L., *Spondylus crassicosta*, Lck., *Pecten flabelliformis*, Broc., *P. latissimus*, Broc., *P. opercularis*, L., *Pectunculus pilosus*, L., *Panopaea glycimeris*, Born, *Venus islandicoïdes*, Lck., *V. gigas*, Lck., *Conus Aldrovandi*, Broc.

erreurs. Forbes a donné des renseignements sur les dépôts pliocènes à *Cardium edule* et *Vivipara* superposés à d'autres couches pliocènes à *Melanopsis* et *Vivipara* près de Phuka, à l'est de l'île, et il reconnut, bien qu'imparfaitement, le caractère saumâtre des dits dépôts supérieurs (1). M. Gorceix rencontra les couches observées par Major, dans le même endroit, avec les mêmes espèces, et avec *Nassa reticulata*, L., *Melanopsis proteus*, Tourn., *Neritodonta Fontannesi*, Neum. (2). M. Neumayr les a rencontrées dans les mêmes lieux et il en a donné une liste qui, outre celles déjà indiquées avec le *Cardium edule*, renferme *Turritella sp.*, *Ostrea sp.*, les *Melanopsis Sporadum*, *Gorceixi*, *Schmidti*, *ventricosa*, *nassæformis*, *Proteus*, *polypticha*, *Delessei* et des *Vivipara* (3). Les *Melanopsis* et les *Vivipara* se trouvent en grande quantité dans les lits à fossiles marins (4). Entre Pylli et Antimakia, ainsi qu'au cap Phuka et au cap Daphni, au pied des montagnes les plus élevées de l'île, qui était subdivisée en îlots plus petits pendant le Pliocène, s'étendent des dépôts tantôt saumâtres, avec *Cardium edule*, tantôt d'eau plus douce de marais littoraux, pétris de *Vivipara*, *Neritodonta*, *Peringia*, *Melanopsis*, d'un type parfois identique à ceux qui vivent encore dans la contrée. A en juger par les exemplaires apportés par Major, la *Melanopsis Schmidti*, Neum., vit encore en certaines lagunes très saumâtres de l'île, dans la plaine de Chora et ailleurs.

Plus loin des montagnes, pendant le Pliocène, le marais cessait, et maintenant on ne trouve que des dépôts marins, littoraux ou *laminariens*. M. Neumayr

(1) Forbes and Spratt. Travels in Lycia, vol. II, 1847, p. 203.
(2) Tournoüer. *Loc. cit.*, p. 23.
(3) Neumayr. *Loc. cit.*, pp. 226, 228, 246.
(4) *Loc. cit.*, p. 227.

(p. 228) cite, au milieu de la région pliocène marine, au N.-O. de Pylli, à la base, des bancs de grands bivalves et d'autres mollusques, recouverts par des bancs à *Cladocora cæspitosa* et à mollusques en partie saumâtres (*Cardium edule*, *Cerithium vulgatum*, *Mitra ebenus*), en partie non saumâtres et certainement pliocènes (*Murex Pecchiolianus*, *M. conglobatus*); je doute qu'une des espèces (*Conus mediterraneus*) soit exactement déterminée. Dans les dites couches marines s'interposent d'autres couches qui, selon Neumayr, ne contiennent que *Melanopsis Heldreichi* et *Neritodonta Fuchsi*. La série est terminée en haut par un gros banc d'*Ostrea lamellosa*, qui a été vu aussi par Gorceix [1]. Je suis d'avis qu'on doit aussi attribuer au Pliocène les dépôts de Kefalos, à l'est de l'île, où Tournouër (p. 25) indique *Pecten Jacobœus* et *Turritella tornata*. La formation marine, selon les auteurs, occupe toutes les plaines de l'île; mais il se peut qu'on y confonde quelques couches plus récentes.

Il est regrettable que les auteurs, sauf MM. Forbes et Gorceix [2], en dépit de l'assemblage des *Melanopsis* et des *Vivipara* avec les fossiles marins, observé par tout le monde, aient rapporté les fossiles marins à un âge, les autres à un âge différent. M. Tournouër (p. 4) a vu, le premier, dans le fait du mélange un remaniement accidentel, dû à l'apport des eaux fluviatiles voisines, et Neumayr l'a suivi. Ce principe une fois admis, il fallait expliquer les alternances maintes fois répétées des couches marines et des couches d'eau douce par une suite très compliquée de sauts et de failles, ainsi que l'a fait M. Neumayr. Heureusement, les fragments de couches rapportés par M. Major me permettent de me ranger à

(1) Tournoüer, p. 23.

(2) Gorceix. Aperçu géologique sur l'île de Cos. (*Ann. de l'Éc. norm.* Paris, 1875, p, 205.)

l'avis de Forbes et de Gorceix. Les *Melanopsis* et les *Peringia* très abondantes ont la même couleur, le même état de conservation parfaite, la distribution, le contenu des autres fossiles. Les petits lits sont composés d'argile très fine ; et ils sont extrêmement réguliers et sans la moindre trace de remaniement, conservant jusqu'au test des espèces les plus délicates, telles que les *Sindosmya*. On ne peut aucunement douter que les *Melanopsis* et les *Peringia* n'aient vécu avec les *Cardium*, les *Nassa*, etc. Y a-t-il en cela quelque chose d'étrange ? Le même fait se vérifie en Morée, en Italie, dans le bassin du Rhône. Nous savons, comme nous venons de le dire dans le chapitre précédent, que *Melanopsis*, *Peringia*, *Neritina* et autres espèces caractérisent les eaux saumâtres, même dans l'Archipel. Tournouër (p. 24) et Neumayr (p. 242) reproduisent deux listes de fossiles marins, dont la dernière est dressée par Fuchs et Bittner. D'après ces auteurs, la faune serait du Pliocène supérieur et comparable à celle de Rhodes et de Monte-Mario dont il sera question prochainement. Tournouër cite à l'appui le manque de *Pleurotoma*, de *Terebra* et d'autres genres et espèces caractéristiques, dit-il, du véritable Pliocène, et Neumayr se fonde sur la petite proportion des espèces éteintes. Il se peut que quelques-unes des espèces nommées, sans indication de localité précise, proviennent de dépôts récents, mais il y en a d'autres qui ne laissent pas le moindre doute sur leur âge pliocène (*Murex*, *Euthria*, *Nassa*, *Sthenorytis trochiformis* Broc.), et qui ne pourraient appartenir à l'étage de Monte-Mario. Le manque de tel ou tel genre dépend de la nature du dépôt ; la proportion des espèces éteintes est aussi un moyen de jugement très relatif, subordonné, notamment, à la détermination plus ou moins exacte des espèces. En concluant, sans affirmer d'une manière absolue que tous les

dépôts attribués à ce qu'on appelle Pliocène supérieur appartiennent au contraire au véritable Pliocène, on peut assurer que des couches marines littorales de cet âge se trouvent aussi à Cos, c'est-à-dire dans la partie centrale de la mer Egée. Quant aux couches à *Vivipara* et à *Melanopsis*, leur âge pliocène, qui, du reste, n'a été mis en doute par personne, a été démontré même par les mammifères déjà indiqués par Filostratus et Gorceix, et que M. Major a dernièrement reconnus identiques aux *Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis*, *Hippopotamus major*, *Equus Stenonis* du Val d'Arno (1).

Versant Egéen de la Grèce. — Au côté opposé de la mer Egée, les mêmes circonstances se répétaient. Dans les couches saumâtres de Mégare, étudiées par Fuchs, on peut voir une exacte reproduction des dépôts littoraux de Sienne en Italie. Des lits d'eau presque douce à *Planorbis*, *Neritodonta*, *Peringia*, *Valvata*, *Melanopsis*, *Melania* alternent dans des couches marines à *Potamides*, *Melanopsis*, *Cardium edule*, etc., légèrement saumâtres, pourvues des mêmes fossiles que les environs de Sienne (*Eione neritea*, *Natica cfr. Pantanellii*, De St. ou *helicina*, Fuchs, *Bulla*, *Loripes Savii*, De St. ou *Lucina lactea*, Fuchs, etc.). Le *Potamides atticum*, Gaud. et Fisch., voisin du *P. tricinctum*. Broc., rappelle de très près le *P. Basteroti*, M. Serr., du bassin du Rhône, et le *P. Bargellinii*, De St., du Pliocène de Limite en Toscane (2). Même plusieurs des mollusques non marins rappellent ceux de la Toscane. Ces comparaisons ont été déjà faites par M. Fuchs, qui cependant cite aussi dans le nombre les formations plus récentes, selon moi, de Tarente en Italie et de Kalamaki en Grèce.

(1) C. Forsyth Major. Faune mammologiche dell'isole di Kos e di Samos. (*Proc. verb. Soc. Tosc. Sc. nat.*, 3 luglio 1887.)

(2) Fuchs. Stud. jüng. Tert. Bild. Griechenl., p. 11.

Au même niveau de Mégare doivent être placées les couches de Daphni [1] en Attique.

Je crois qu'on doit rapporter au même âge les formations, aussi saumâtres, mais plus littorales, de l'isthme de Corinthe, à *Limnaea Adelinae,* Cant., *Melanopsis* (non *Vivipara*) *ornata*, Fuchs, *Dreissensia,* etc., que M. Fuchs attribuait à l'étage à *Dreissensia* du Miocène supérieur, peut-être parce qu'il avait attribué un âge trop ancien aux couches postpliocènes superposées. Ces formations se trouvent au nord et au sud-ouest de Kalamaki (p. 79), toujours du côté de la mer Egée, et en plusieurs autres points ; et, selon Fuchs, elles sont les plus profondes de la plaine.

On retrouve les mêmes caractères dans les couches de Livonates près de Talandi, vis-à-vis de l'Eubée [2], tantôt plus saumâtres, avec *Adachna*, *Dreissensia subcarinata*, Desh., *Melania curvicosta*, Desh., *Diana*, *Pyrgula, Neritodonta*, *Melanopsis*, *Limnaea Adelinae*, Cant., tantôt moins, avec grosses *Vivipara.* A vrai dire, M. Fuchs a synchronisé aussi ces dépôts aux couches à congéries du Miocène supérieur ; mais Neumayr a manifesté déjà avec doute l'opinion qu'ils sont pliocènes [3], ce que j'accepte complètement, par suite de la comparaison des faunes pliocènes continentales de l'Italie, de l'Archipel et de la Slavonie.

Le bassin Egéen, pendant le Pliocène, était donc occupé par la mer, non par un grand lac d'eau douce, ainsi que l'avait supposé Neumayr. Il était parsemé d'îles, comme à présent, mais peut-être plus nombreuses et certainement affectant des formes différentes de celles d'aujourd'hui.

(1) Fuchs, p. 22.
(2) Fuchs, p. 36.
(3) Neumayr. *Loc. cit.*, p. 266.

La Grèce, ainsi que les Apennins, les montagnes du bassin du Rhône et les îles de l'Archipel, était exhaussée ; autour des rivages des îles et du continent s'étendaient des marais littoraux, doués d'un degré variable de salinité, tour à tour envahis par la mer environnante. L'isolement de ces marais explique aussi la variabilité des espèces qui y habitaient.

Mers Noire et Caspienne. — Au nord de la mer Egée s'ouvrait encore la Mer Noire. Il paraît que dans cette mer, dont les limites s'étaient de beaucoup restreintes, ainsi que certainement dans la dépression Aralo-Caspienne (1), continuait le dépôt des couches à *Dreissensia*, qui, dans le bassin Aralo-Caspien, n'a plus été interrompu jusqu'à l'âge actuel. M. Androussow est d'avis que la dépression Aralo-Caspienne a communiqué avec la Mer Noire jusqu'aux temps quaternaires, et que les dépôts à *Dreissensia* ont continué même dans cette dernière mer pendant tout le Pliocène et le Postpliocène inférieur (2). On désire cependant de plus amples informations sur l'époque précise à laquelle le bassin Caspien s'est définitivement séparé de la Méditerranée. Ce qu'il y a de bien assuré, c'est l'existence de la faune des vertébrés pliocènes aux environs de la Mer d'Azof et de la Mer Noire. Le *Mastodon arvernensis* a été indiqué par De Verneuil dans la presqu'île de Taman, l'*Elephas meridionalis* le fut dans le Kouban (3), le *M. Borsoni* à

(1) M. Neumayr und Paul. Die Congerien und Paludinen-Schichten West Slavoniens. (*Abh. d. geol. Reichs*, p. 84. Bd. VII.)

Von Möller. Paläontologische Beiträge und Erläuterungen zum Briefe Danilewsky's über die Resultate seiner Reise an den Manytsch. (*Bull. Ac. Imp. d. sc. de S. Pétersbourg*, XI, 1878.) Mouchketow, Griesebach, etc., etc.

(2) N. Andrussow. Esquisse de l'histoire de la mer Caspienne et de sa faune. (*Société russe de géographie.* Vol. XXIV, 1888, en russe.) — Die Schichten vom Cap Tschanda. (*Ann. d. k. k. Naturhist. Hofmus.*, 1890.)

(3) H. Pohlig. On fossil elephas remains of Caucasia and Persia. (*Quart. Jour. geol. Soc.*, 1886, p. 179.)

Novo-Tscherkask près du Don, et la même espèce a été citée par Pallas dans l'Oural. *Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis* et un *Hipparion* appelé, peut-être à tort, *mediterraneum* sont signalés dans les sables de la Crimée occidentale ([1]).

Les géologues qui supposent que la Mer Egée n'existait pas et était remplacée par un bassin lacustre doivent nécessairement opiner aussi que la Mer Noire ne communiquait pas avec la Méditerranée pendant le Pliocène, et que les *Dreissensia* y continuaient à vivre comme dans une mer intérieure. Ne partageant pas, et pour cause, la première hypothèse, la seconde même ne nous paraît pas soutenable. Des traces de formations gypsifères et salifères propres à un bassin fermé d'âge pliocène n'ont pas encore été indiquées d'une manière bien sûre près de la Mer Noire, ni dans ses environs. Si les *Dreissensia* y continuaient à vivre ainsi que dans la période précédente, c'est sans doute parce que les mêmes conditions qu'auparavant continuaient dans ce bassin et parce que les rivières venant du bassin du Danube et des autres côtés adoucissaient les eaux, qu'une étroite et imparfaite communication avec la Méditerranée empêchait d'avoir la salinité normale. Si ces suppositions se vérifient, il faudrait en conclure que la faune actuelle, à facies sarmatique, de la Mer Noire, loin d'être une continuation des faunes locales précédentes, serait survenue à une époque très récente, dans le Pliocène supérieur, par suite d'une salinité toujours croissante des eaux du bassin. C'est précisément ce que M. Andrussow croit résulter de ses observations stratigraphiques et paléontologiques.

([1]) J. Sintzow. Notes sur les dépôts supérieurs du pliocène dans la Russie méridionale. (*Mém. Soc. nat. de la Nouvelle Russie*, t. XII, 1888, en russe.)
K. Vogt. Sur les dépôts tertiaires Sud-Ouest de la Crimée. (*Mém. Soc. nat. Saint-Pétersbourg*, t. XVIII, 1888, en russe.)

Bassin du Danube. Couches levantines. — Dans les environs de la Mer Noire, des dépôts d'eau douce, ou peut-être légèrement saumâtre, se formaient dans la grande vallée du Danube. Ils ont presque le même caractère que les dépôts des petits bassins de l'Archipel et de la Grèce, et un peu moins, celui des dépôts des lacs de l'Italie. Ils occupent un bassin très étendu dans la partie inférieure de la vallée du Danube, en Valachie et en Moldavie (districts de Putna, Buzèu, Oltu, Valcea, Gorjiu, Doljiu, environs de Jassy, Parscou) (1).

Un autre bassin s'ouvrait plus en haut en Serbie (2), en Croatie et en Slavonie (3). Peut-être aussi les dépôts plus limités de Vargyas et Arapatak en Transylvanie appartiennent en grande partie au même âge (4); M. Neumayr n'en doute pas (5). Il y a, en effet, entre autres fossiles la *Neumayria labiata*, Neum., identique ou très proche d'une espèce du bassin lacustre de Spoleto en Italie (6). Les fossiles de ces bassins de Roumanie et de Slavonie sont des *Unio*, des *Vivipara*, qui parfois (Novska, Repusnica) paraissent avoir vécu dans des eaux à salure variable, des *Melanopsis* très variés et plusieurs autres genres, mais très peu de *Dreissensia*. Les *Cardium* qu'on y a indiqués proviennent presque certainement du Miocène supérieur. Des vertébrés n'y font pas défaut non plus. M. Stefanesco cite dans la partie occidentale

(1) Porumbaru. Etude géologique des environs de Craïova, parcours Bucovatzu-Cretzesci, 1re partie, Paris, 1881.

F. Fontannes. Cont. à la faune des terr. néog. de la Roumanie. Lyon, 1886.

(2) Cobalcescu. *Loc. cit.* — Stefanescu. *Loc. cit.* — Zujovic. Geologische Uebersicht des Königreichs Serbien. (*Jahrb. d. geol. Reich.*, 1886.)

(3) Neumayr und Paul. *Loc. cit.*

(4) Herbich und Neumayr. Die Süsswasser-Bildungen im sudöstlichen Siebenbürgen. (*Jahrb. d. geol. Reichs.*, Bd. XXV, 1875.)

(5) Neumayr. Bau d. ins. Kos, p. 261, note 1.

(6) Il y a un genre d'Ammonites, *Neumayria*, qui est postérieur au mien et qui, par conséquent, doit céder la place à ce dernier.

de la Roumanie, vraisemblablement dans les couches à Paludines, *Mastodon arvernensis* et *M. Borsoni*, et dans le conglomérat de Mavrodinu, l'*Elephas meridionalis* (1). Les deux premières espèces ont été rencontrées aussi dans le sud-ouest de la Bessarabie (2); le *M. arvernensis* et l'*E. meridionalis* l'ont été près de Giurgevo (3). Neumayr a indiqué la première dans les couches à paludines de Podwin en Slavonie (4). En dehors de ces couches d'eau douce on a rencontré d'autres mammifères, certainement pliocènes, dont la position stratigraphique n'est cependant pas bien déterminée. Dans les sables près de Jeni-Saghra en Roumélie on a trouvé des débris d'*Elephas meridionalis* et d'*Hippopotamus major*. Des graviers et sables d'Ajnácsko en Hongrie proviennent *Castor Ebeczkyi*, Krenner, *Cervus sp.*, *Tapirus hungaricus*, H. von Meyer (5), (*T. priscus*, Krenn., non Kaup), *Rhinoceros* sp., *Mastodon Borsoni* et *M. arvernensis*. On a trouvé le *M. Borsoni* dans les sables près de Theresiopel et près de Nickôlsdorf, toujours en Hongrie, et avec quelques autres des espèces susdites à Bribi en Croatie (6), tandis que le *M. arvernensis* a été trouvé, selon M. Fuchs, à Angyalos et près d'Aszód, d'où proviennent aussi des restes d'*Elephas meridionalis*. Ce dernier a été retrouvé même à Város Hidvég en Hongrie (7). Il est probable qu'une partie de ces fossiles ont été trouvés dans des

(1) Stefanesco. Sur le terrain quaternaire de la Roumanie et sur quelques ossements de mammifères tertiaires et quaternaires du même pays. (*Bull. soc. géol. de Fr.*, s. 3, t. 1, p. 119, 1872.)

(2) Sintzow. *Loc. cit.*

(3) Kittl. (*Annalen d k. k. naturh. Hofmus.*, Wien 1887, p. 75.)

(4) M. Neumayr. *Mastodon arvernensis* aus den Paludinenschichten West-Slavoniens. (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1879, p. 176.)

(5) H. von Meyer. Die fossilen Gatt. Reste des *Tapirus*. (*Palæontographica*, Bd. XV, 1867.)

(6) Fuchs. Ueb. n. Vork. foss. Säug., 1879.

(7) F. Fuchs. Beiträge zur Kenntniss der pliocänen Säugethierfauna Ungarns. (*Verh. d. geol. Reichs.*, 1879.)

alluvions pliocènes tout à fait continentales. La faune est la même que celle de l'Italie, et c'est en vain, selon moi, que M. Fuchs a essayé de prouver que l'*Elephas* appartenait à un autre âge que le *Mastodon*, en l'excluant même *à priori* des couches de Bribir, où M. Vacek en avait déjà constaté l'existence. De même M. Fuchs s'appuie plutôt sur des inductions individuelles que sur des faits pour montrer que, en Hongrie, contrairement à ce qu'on voit ailleurs, le *Mastodon* appartient exclusivement aux couches à congéries du Miocène moyen.

Il n'y a pas de doute, selon les géologues austro-hongrois, que les eaux dans lesquelles vivaient les mollusques indiqués plus haut étaient plus douces que dans la période antérieure, lorsque les *Dreissensia* et les *Adachna* surabondaient. Cependant l'extrême analogie avec les fossiles des marais littoraux de l'Archipel et de la Grèce, et leur variabilité même (caractère commun aux organismes des eaux à salure variable) me font douter que particulièrement le bassin roumain, où l'on rencontre des *Dreissensia* qui manquent presque tout à fait dans la Slavonie, fut un marais pas trop profond, séparé de la mer par des dunes et des appareils littoraux, parfois communiquant avec elle et pourvu, par conséquent, d'eau un peu saumâtre, plutôt qu'un bassin lacustre, au milieu des montagnes, éloigné de la mer. Je suis tout à fait d'avis, contrairement à l'opinion de M. Neumayr, que ces grands bassins ne communiquaient avec les lagunes de l'Archipel qu'à travers la mer Noire et les eaux de la mer Egée, possédant une salinité normale.

L'adoucissement des eaux de ces grands bassins danubiens, par rapport à l'âge antérieur, n'aurait pas pu avoir lieu, en tout cas, s'il n'y avait eu une communication

incessante avec la mer Noire et par conséquent, avec la Méditerranée, du côté inférieur de la vallée du Danube : autrement, si les eaux qui traversaient les grands lacs n'avaient pu en sortir que par évaporation et n'avaient pu se déverser continuellement dans la mer Noire, rien n'aurait empêché ce bassin d'acquérir un haut degré de salinité, ce qui serait en contradiction frappante avec la faune comme avec la lithologie.

Hochstetter a proposé de donner aux couches à paludines de la Slavonie le nom d'étage ou couches *Levantines*, que les géologues autrichiens ont dès lors adopté et appliqué aux couches de tout le bassin danubien et de l'Archipel. Nous avons montré qu'elles ne représentent pas dans l'Archipel un âge distinct et que tout au plus on pourrait appeler de ce nom un *facies* d'eau douce ou légèrement saumâtre du Pliocène, tel que nous l'avons rencontré aussi en Italie.

Conformation générale de la Méditerranée. — En conclusion, la Méditerranée pliocène avait une conformation à peu près semblable à celle qu'elle présente actuellement, seulement un peu plus étendue, mais naturellement moindre que pendant le Miocène. La Grèce et l'Italie étaient plus limitées et représentées en partie par un archipel. L'archipel grec et turc existait déjà ; le bassin du Rhône formait un grand golfe. En Egypte, la mer descendait à peine plus au midi qu'aujourd'hui, et ne communiquait pas avec la mer Rouge et l'océan Indien, ou tout au plus, les communications étaient très superficielles. Il est possible que les eaux de la Méditerranée, pénétrant dans la région des grands schotts du sud tunisien et algérien, formassent un bras de mer communiquant amplement avec l'Atlantique, bras qui aurait disparu à la suite d'un soulèvement. La connaissance plus exacte des formations du Sahara n'a pas confirmé

cette hypothèse pour les temps quaternaires, mais elle ne l'a pas exclue, il me semble, pour le Pliocène, tandis que la paléontologie paraîtrait la confirmer. La mer Egée, parsemée d'îles, communiquait avec la mer Noire dont les eaux, conservant un caractère presque caspien, étaient, selon des observations non encore complètement certaines, plus douces qu'actuellement : probablement étaient-elles déjà séparées de la mer Caspienne. Des grands bassins d'eau douce, dont les plus en aval étaient parfois partiellement envahis par la mer, occupaient la vallée du Danube.

Hypothèses de M. Suess. — Selon M. Suess [1], la distribution de la mer et des continents était un peu différente de ce que nous avons établi; il suppose, en effet, que l'emplacement de la mer Tyrrhénienne, de l'Adriatique et de la mer Egée actuelles était occupé presqu'en totalité par des terres ; qu'un petit bras de mer, situé entre l'Adriatique actuelle et les Apennins, faisait communiquer la Méditerranée avec le golfe correspondant à la vallée du Pô ; que la mer Egée était occupée, ainsi que nous l'avons dit, par un lac entouré de terres ; que la mer Noire et les bassins du Danube étaient isolés. La terre que l'on suppose avoir occupé le bassin Tyrrhénien a éte appelée *Thyrrhénis* ; on appelle *Adria* celle qui aurait dû couvrir l'Adriatique et par laquelle les Pouilles, le Gargano, le Conero, les îles Tremiti, Pelagosa et Pianosa devaient être réunies à la Dalmatie. Un affaissement du sol, survenu tout à coup pendant le Postpliocène, aurait fait recouvrir ces terres par les mers.

Nous avons vu que le bassin Egéen était déjà occupé par la mer. Quant à la région Tyrrhénienne, nous avons vu également que les formations marines pliocènes, même

(1) Suess. Ant. d. Erde, 1, p. 345 et suiv., II, p. 447.

de mer très profonde, occupent sans interruption tout le littoral, provençal, ligurien, toscan et romain, et qu'elles s'étendent même dans les îles de Pianosa et de Corse. Si donc une mer très profonde s'étendait sur cette région, cela veut dire qu'il n'y avait pas de continent. A l'appui de l'existence d'une *Adria* pliocène, on a cité l'existence de certaines ressemblances biologiques, très bornées du reste, entre le Gargano en Italie et la Dalmatie [1]; mais nous comprendrons facilement l'existence de ces ressemblances si nous réfléchissons que les deux régions sont très voisines, qu'elles sont situées sous la même latitude, qu'elles jouissent d'un même climat et que les mêmes circonstances lithologiques s'y manifestent. Pourraient-elles avoir des faunes très différentes ? La Vénétie orientale a, bien plus que le Gargano, d'importantes analogies de faune avec la Dalmatie, quoique le climat soit suffisamment différent. D'ailleurs les analogies fauniques du Gargano ne passent pas au delà des limites voulues par les circonstances sus-indiquées, et les différences sont infiniment plus nombreuses et plus considérables que les analogies : il manque, en effet, au Gargano toute l'innombrable et singulière série des *Clausilia* de la région gréco-dalmate, ainsi que les *Emmericia*, le *Lithoglyphus*, le *Diana*, etc. On cite aussi les brèches et les fossiles terrestres existant dans les îles de la Dalmatie, mais cela ne prouve point que la mer n'existât pas dans l'Adriatique. Mais à quoi bon de telles discussions, si les traces incontestables de la mer Pliocène existent au milieu de l'Adriatique, dans les îles de Pelagosa et de S. Nicola ? Au surplus, l'Apennin est bordé tout le long de l'Adriatique par des terrains pliocènes de mer profonde, qui, à coup sûr, n'auraient pu

(1) W. Kobelt. (*Jahrb. d. deut. malakozoologischen Gesell.*, 1879, p 144.)

se former si, à la place d'une mer étendue, il n'y eût eu qu'un bras étroit d'eaux basses.

Essai d'un aperçu de la faune malacologique pliocène.— La faune marine pliocène, dans ses caractères généraux, paraît avoir plus d'analogie avec celle du Miocène moyen qu'avec celle de la Méditerranée actuelle, tandis que chaque espèce survivante, considérée individuellement, ressemble un peu plus à l'espèce analogue vivante qu'à la miocène.

Dans les zones littorales du Pliocène, on trouve quelques rares espèces vivant aussi dans la Méditerranée, et arrivant jusqu'aux régions polaires arctiques, en Finmark, en Groënland, en Laponie, etc. (1) (*Nassa incrassata*, *Columbella costulata*, *Puncturella noachina*, *Dentalium entalis*, *Philine scabra*, *Anomia aculeata*, *Pecten vitreus*, *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Axinus flexuosus*, qui arrive jusqu'à l'île de Jean-Mayen, *Saxicava rugosa*, qui arrive au Spitzberg, et quelques brachiopodes). Quelques-unes de ces espèces se retrouvent aussi sur les côtes de l'Amérique septentrionale arctique, et ce sont celles qui s'éloignent le plus de la Méditerranée.

Un plus grand nombre d'espèces vivent en Norwège, en Islande, aux îles Faeroë et Shetland, et les suivantes descendent aussi le long de la côte orientale de l'Amérique du Nord, dans la Nouvelle-Ecosse, le Maine, le Massachussets : *Cerithiopsis tuberculatus*, *Hydrobia ventrosa*, *Puncturella noachina*, *Bulla utriculus*, *Anomia ephippium*, *A. aculeata*, *Modiola modiolus*, *Mytilus edulis*, *Astarte sulcata*, *Lucina borealis*, *Saxicava arctica*, *Kellia suborbicularis*, *Solen ensis*, *Teredo norvegica* (2).

(1) Fischer. Man. d. Conchyl., p. 127 et suiv.
(2) Gould. Report on the invertebrates of Massachussets, 1841.
Stimpson. Shells of New England, 1851.
Jeffreys. (*Annales and magazine of natural history*, 1872.)

Les analogies augmentent encore quand on descend aux mers des Iles Britanniques, du Danemark, de la Suède, et à la Baltique, c'est-à-dire à la province celtique, et elles arrivent au plus haut degré dans la province lusitanienne dont fait part, peut-on dire, la Méditerranée actuelle, et qui, en commençant au sud de la Manche, s'étend à l'Ouest jusqu'aux Açores, à Madère, aux Canaries (1). Selon Fischer, les espèces communes aujourd'hui à la Grande Bretagne et à la Méditerranée sont au nombre de 336; celles communes aussi aux côtes océaniques de la France sont 82 de plus (2). Les proportions des espèces communes étaient bien moindres pendant le Pliocène. Plusieurs genres méditerranéens, pliocènes et presque tous aussi vivants, et quelques-unes des espèces relatives s'arrêtent tout au plus au golfe de Gascogne, sans arriver sur les côtes atlantiques de la France (*Eastonia*, *Cardita*, *Solenomya*, *Clavagella*, *Spondylus*, *Chama*, *Pedicularia*, *Marginella*, *Voluta*, *Cyclops*, *Xenophora*, *Typhis*, *Dolium*, *Euthria*, *Pisania*, *Fasciolaria*, *Cancellaria*, *Sigaretus*, *Bifrontia*, *Obeliscus*, *Mathilda*, *Siliquaria*, *Rissoïna*, *Craspedotus*, *Clanculus*, *Crepidula*, *Cranopsis*, *Cadulus*). La faune qui vit sur les côtes atlantiques de la péninsule ibérique est donc, parmi les faunes étrangères, celle qui a le plus d'affinité avec la faune méditerranéenne vivante et pliocène. Cependant, la faune pliocène de la Méditerranée ressemble encore plus, par certains caractères, à celle qui vit à l'ouest de l'Afrique, tandis que celles de l'Eocène et du Miocène ont quelque analogie de plus avec les faunes de l'Océan indien.

(1) Mac Andrew. Report on the marine testaceous mollusca of the North-East Atlantic and neighbouring seas. (*Brit. assoc. for the adv. of. sc.*, 1856.)

(2) P. Fischer. Essai sur la distribution géographique des mollusques du littoral océanique de la France, 1878.

Sur la côte occidentale de l'Afrique, en dehors de plusieurs espèces communes à la Méditerranée pliocène et actuelle (*Purpura hæmostoma*, *Cancellaria cancellata*, *Cardium hians*, *Spondylus gœderopus*, *Pecten pusio*, *Pinna nobilis*, *Arca Noæ*, *Columbella rustica*, *Triton nodiferum*), on en trouve un certain nombre qui manquent à la Méditerranée actuelle, mais qui s'y trouvaient, identiques ou avec bien peu de différences, pendant le Pliocène (*Cancellaria piscatoria* cfr. *hirta*, *Strombus bubonius* cfr. *coronatus*, *Trochus obliquatus* cfr. *Brocchii*, *Natica fulminea* cfr. *fulgurata*, *N. propinqua*, *Dosinia Adansoni*, *Venus plicata*, *Tellina lacunosa*, *Lucina pecten*, *Tugonia anatina*, *Halia priamus* cfr. *helicoides*). Bien des genres méditerranéens pliocènes, mais non vivants ou très rares actuellement, vivent sur les mêmes côtes d'Afrique ; tels sont les *Conus*, les *Mitra*, les *Natica* aux vives couleurs, les *Terebra*, *Cyllene*, *Phos*, *Typhis*, *Aphanitoma*, *Cominella*, *Hipponix*, *Clavatula*, *Genota*, *Perrona*, *Niso*, *Nerita*, *Ungulina*, *Jouannetia*, *Perna*, sans y comprendre les genres *Strombus* et *Tugonia* déjà indiqués. Ces affinités étroites entre la Méditerranée pliocène et la mer actuelle de la côte occidentale de l'Afrique semblent prouver que les communications entre cette mer et l'Atlantique étaient plus amples jadis et que la disparition des espèces et des genres indiqués de la Méditerranée est due autant à un changement de climat qu'à la clôture des communications avec l'Atlantique. On n'expliquerait pas autrement par quelle raison il ne se rencontre sur les côtes atlantiques de l'Espagne et de la France un nombre aussi considérable d'espèces et de genres pliocènes, manquant aujourd'hui à la Méditerranée, tandis que le genre *Pholadidea* se trouve seul dans cette condition.

Les affinités spécifiques disparaissent de proche en

proche dans les mers de l'Afrique méridionale ; je ne connais que le *Pecten pusio* qui vive aussi dans ces mers. Les affinités générales restent, mais bien moindres. Les analogies des espèces de notre pliocène avec les mers du Cap sont incomparablement moindres qu'avec les mers polaires arctiques, bien que les distances soient moindres et le climat plus analogue.

Les faunes des autres mers ont encore moins de rapport avec le Pliocène. La mer Rouge, située si près et presque unie à la Méditerranée, possède une faune dont l'extrême différence a frappé tous les observateurs. Les rapports entre la faune érythréenne actuelle et celle du pliocène de la Méditerranée ne sont pas plus notables. Sur 818 espèces de Suez, Mac Andrew n'a trouvé que trois formes identiques ou à peu près, à d'autres formes méditerranéennes, tant vivantes que pliocènes (*Pecten varius, Solecurtus coarctatus, Volvula acuminata* [1]). Quelques autres espèces ont des affinités, mais un peu moindres, cependant, que celles qui lient certaines espèces méditerranéennes et atlantiques. Les genres érythréens qui manquent à la Méditerranée sont très nombreux ; quelques-uns se trouvent dans le Pliocène, mais dans ce cas presque tous sont communs aussi à l'Afrique occidentale (*Cyllene, Phos, Dolium, Corallio-phila, Terebra, Nerita, Srombus, Perna*). Comme genres communs seulement à la mer Rouge et à la province Indo-pacifique, nous n'avons à citer que *Imperator* et *Verticordia*, qui reparaissent dans l'Atlantique sur les côtes orientales de l'Amérique et *Cypricardia, Cardilia, Anatina, Surcula* de l'océan Indien. Je ne connais aucune espèce pliocène qui n'ait d'affinité que dans la mer Rouge.

Lorsqu'en s'éloignant de la mer Rouge et traversant

(1) Mac Andrew. *Annals and Magazine of natural History*, 1870.

l'Océan Pacifique, on s'approche des régions arctiques de l'Amérique, dans les mers du Japon, on rencontre de nouveau plusieurs analogies génériques et spécifiques avec les faunes méditerranéennes vivantes et pliocènes (*Saxicava arctica, Triton olearium*, *Lima squamosa*). Dans la province aléoutienne, les rapports sont encore plus remarquables.

Sur le littoral atlantique de l'Amérique du Nord, entre le Massachussets et les Antilles, situé presque aux mêmes latitudes que la Méditerranée, on a recueilli plusieurs espèces non arctiques communes au pliocène et parfois même à la Méditerranée actuelle (*Dolium galea*, *Dentalium agile*, *Limopsis aurita*, *Pecten similis*, *Arca pectunculoïdes*, *Crania anomala*, qui vivent encore dans nos mers, *Rissoïna decussata*, *Ficula reticulata* cfr. *intermedia*, *Marginella minuta*, *Arca Helblingi* cfr. *variabilis*, *Smaragdia viridis* cfr. *Hoernesi*), sans comprendre le genre *Pholadomya,* pliocène et plus ancien, mais connu vivant seulement aux Antilles. Même en faisant abstraction d'une infinité de genres communs à la Méditerranée actuelle, et de plusieurs autres qui ne se trouvent chez nous que dans le Pliocène (*Ficula*, *Strombus*, *Voluta*, *Aphanitoma*, *Phos, Terebra, Hipponix, Stenothyris*, *Zeidora*, *Perna, Plicatula*, *Eucharis*, *Solenomya*, *Placunanomia*), les affinités de la faune pliocène marine sont donc bien plus grandes avec la mer des Caraïbes qu'avec la mer Rouge.

En résumé, les affinités de la faune pliocène méditerranéenne sont plus étroites avec les faunes de l'Afrique occidentale et de la Lusitanie ; elles vont rapidement en se perdant dans l'Afrique australe, tandis que dans l'Atlantique septentrionale elles se conservent notablement, même du côté de l'Amérique, en descendant au sud jusqu'aux Antilles, en entourant au nord les régions

polaires et arrivant faiblement aux îles Aléoutiennes et au Japon. Au sud des Antilles, tout autour de l'Amérique, et à l'ouest du Japon, dans tout l'océan Pacifique, elles vont sans cesse en diminuant, jusqu'à atteindre le minimum aux portes mêmes de la Méditerranée, dans la mer Rouge. Cependant, dans les âges plus reculés que le Pliocène, dans le Miocène, les différences avaient été bien moindres et plusieurs genres avaient vécu dans nos mers, qui n'existent à présent que dans la mer Rouge et dans la région indo-pacifique (*Nautilus*, *Pyrula*, *Pteroceras*, *Rostellaria*, *Cithara*, *Clavella*, *Harpa*, *Ancillaria*, *Stomatia*, *Rimula*, *Neritopsis*, *Placuna*). Même dans le Postpliocène nous avons un genre érythréen, *Imbricaria*. Cela signifie que le temps dans lequel l'océan Pacifique et la Méditerranée avaient amplement communiqué s'était toujours plus éloigné pendant le Pliocène, où tout au plus, dans ce dernier âge, les communications étaient devenues très superficielles et imparfaites ([1]).

Une distribution géographique apparemment paradoxale est propre à plusieurs espèces des dépôts pliocènes de mer profonde, qui manquent aujourd'hui à la Méditerranée, mais se conservent sans modifications dans les eaux profondes d'un bout à l'autre de l'Atlantique, telles que *Cylichna alba*, *Natica Montacuti*, *Odostomia unidentata*, *Trachysma delicatum*, *Trochus marginulatus*, *T. Ottoi*, *Seguenzia monocingulata*, *Helonyx ventricosa*, *Cadulus ovulum*, *Dentalium Delessertianum*, *Siphonodentalium gracile*, *Verticordia acutecostata*, *Lembulus pustulosus*, *L. pusio*, *Neilo excisus*, *Leda messanensis*, *Terebratula sphœnoïdea*, *Waldheimia septigera*, *Rhyncho-*

(1) H. C. Weinkauff. Ein Streiflicht auf unsere Kenntniss der geographischen Verbreitung der Meeres-Mollusken. (*Nachrichtsblatt d. deut. malakol. Ges.*, 1872, *n.* 3.)

nella sicula. La Méditerranée actuelle, ainsi que toutes les mers fermées, manque d'un caractère commun aux océans : la température de la mer ne s'abaisse point graduellement jusqu'au fond ; mais elle ne descend pas au-dessous de 12° c., tandis que, dans les océans, elle atteint 4° c. et même moins. C'est à cause de cette grande uniformité de température que les faunes des eaux profondes sont le plus souvent très largement distribuées et s'étendent à peu près d'un pôle à l'autre. Mais elles ne peuvent pas entrer dans la Méditerranée parce que la haute barrière de Gibraltar ne permet qu'une communication superficielle entre elle et l'Atlantique et empêche ainsi les eaux froides de la première de s'épancher dans la seconde. Si cette barrière s'affaissait suffisamment, les eaux et les faunes froides entreraient aussi dans la Méditerranée et l'on retrouverait ici, même de nos jours, les mollusques indiqués ci-dessus. A en juger par les exhaussements qui ont eu lieu dans le bassin méditerranéen après le Pliocène, il faut penser que dans cet âge le bassin a été bien plus profond qu'à présent et que par conséquent les communications avec l'Atlantique ont été aussi plus amples et plus profondes, ainsi que nous l'avons déjà déduit d'autres circonstances. Voilà pour quelle raison l'on trouve dans le Pliocène des espèces d'eau profonde et froide qui semblent indiquer déjà dans ces temps l'existence dans les profondeurs des Océans de courants froids et de conditions générales de géographie physique analogues à celles d'aujourd'hui.

Si nous passons maintenant à la faune malacologique des eaux douces, nous voyons que la *Corbicula fluminalis*, très commune encore dans le quaternaire de toute l'Europe, vit toujours dans la Caspienne et dans la vallée du Nil. Les *Unio* de la Roumanie et de la Slavonie, bien plus que les rares espèces grecques et italiennes, ont de

grandes affinités avec les *Unio* de la Chine méridionale (1) et du bassin du Mississipi. Quelques espèces pourtant, parmi lesquelles les *Unio* de la Grèce et de l'Italie, n'ont de rapport qu'avec les types qui vivent dans l'Asie Mineure et probablement dans d'autres parties de l'Asie. Les *Unio* actuelles de l'Europe ont presque toutes une forme différente, bien moins inéquilatérale. Les *Dreissensia* sont très peu représentées dans les dépôts de la Slavonie, de la Roumanie, de la Grèce et de l'Italie. Les *Vivipara*, dont les fréquentes et variables espèces créées par les auteurs pourraient aisément se réduire à un très petit nombre de types, sont fréquemment ornées dans les bassins du Danube et de la mer Egée, tandis qu'elles sont tout à fait lisses en Italie et dans la Méditerranée occidentale. La *Vivipara clathrata*, Desh., de Morée, se rapproche plus que les autres de la *V. Ingallsiana*, Reeve, du Japon (2) et de certaines formes très rares de la Chine méridionale (*V. Margeriana* ou *Margeria melanioïdes*, Neville, du lac Tali) et de l'Amérique du nord (*V.* ou *Tulotoma magnifica*, Lea). Les espèces des genres *Sphœrium*, *Pisidium*, *Stalioa*, *Peringia*, *Planorbis*, *Limnœus*, *Ancylus* sont très voisines de celles qui vivent dans les régions méditerranéennes, il y a aussi des *Valvata* ornées, des *Diana* dont une espèce est aujourd'hui connue dans le Yunnan (3) et une autre en Grèce ; des *Pyrgula*, dont une espèce vit dans le lac de Garde en Italie et une autre en Chine, des *Neritodonta* alliées à celle de l'Asie mineure ; des *Litoglyphus*, dont quelques espèces sont connues aux confins orientaux de l'Italie, en Autriche-

(1) R.-P. Heude. Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking, 1878-1880.

(2) W. Kobelt. Fauna japonica extramarina. (*Abh. d. Senckenberg. naturforsch. Ges.*, Frankfurt a. M., Bd. 11, 1879, p. 408.)

(3) Neumayr. Ueb. ein. Süssw. aus China.

Hongrie, dans la Caspienne et en Chine ; des *Emmericia* représentées actuellement par une seule espèce, très variable, en Italie et en Dalmatie; des *Pseudamnicola*, genre vivant tout autour de la Méditerranée et peut-être en Asie; des *Melania*, dont quelques espèces vivent à Malte, dans le bassin du Danube, en Afrique et ailleurs; des *Melanopsis* très variables, qui ont d'étroites affinités avec celles des mêmes régions. Les *Melanopsis* sont principalement, je dirais volontiers exclusivement, pour ce qui concerne l'ancien monde, circum-méditerranéennes : un grand nombre de formes, réductibles à peu de types, auxquelles cependant, en employant la même méthode que pour les fossiles, on pourrait donner des centaines de noms, se trouvent en Espagne, en Toscane, en Grèce, dans l'Archipel, dans le bassin du Danube, dans l'Asie-Mineure, dans l'Afrique septentrionale. Dans le Nouveau-Monde, elles vivent dans la Nouvelle-Zélande et pullulent (27 espèces) dans la Nouvelle-Calédonie. *Goniochilus*, *Nematurella*, *Neumayria* sont des genres très voisins, qui présentent une certaine analogie, principalement les deux premiers, avec quelques petits genres de l'Espagne, de la France et de l'Italie (*Lartetia*, *Paladilhia*).

L'ensemble est plus différent de la faune du Miocène supérieur que celle-ci ne l'est de la faune du Miocène moyen, ce qu'on explique par les conditions de la vie, qui étaient très différentes. Notre faune pliocène d'eau douce, à peu d'exceptions près, a le plus d'analogies avec celle qui vit actuellement dans les marais littoraux ou dans les sources saumâtres, tout autour de la Méditerranée, principalement dans les régions méridionales, comme l'Espagne, l'Archipel, l'Afrique septentrionale, et aussi le bassin du Danube. La faune de l'Afrique du Nord, avec ses *Melanopsis* et *Melania*, a bien plus d'a-

nalogies dans le Pliocène que plusieurs faunes de l'Europe méridionale. D'ailleurs, plusieurs espèces analogues aux espèces pliocènes remontent bien au midi dans l'Afrique et dépassent, avec le Nil, l'Afrique centrale, comme les *Neritina*, *Limnæus*, *Planorbis*, *Vivipara*, *Unio*, *Corbicula*, *Sphærium*, *Pisidium*, selon Bourguignat, les *Dreissensia* (1), qui vivent en tout cas au Sénégal, et la *Melania tuberculata*, presque identique aux formes pliocènes, qui se trouve sur une aire très étendue, des îles de la Sonde aux Indes, à la Syrie, à l'Egypte, au Maroc, du Natal à Malte (2). A l'est et au sud des grands bassins pliocènes circumméditerranéens s'étendent des régions zoologiques extrêmement différentes des nôtres. Cependant, dans le lac Nyassa, presque dans l'Afrique méridionale, dont la faune a été étudiée par Smith et d'autres (3), nous trouvons encore *Melania*, *Vivipara*, *Physa*, *Bythinia*, *Limnæus*, *Corbicula*, *Unio*.

Pour parler d'un autre grand bassin qui n'est pas plus éloigné que le Nyassa de la Méditerranée pliocène et actuelle, mais dont la séparation a été probablement dans tous les temps plus tranchée, la faune du Baïkal, décrite par Dybowski, présente quelque rapport éloigné avec la faune du Miocène supérieur; mais elle n'a en commun avec celle du Pliocène et des mers actuelles que les genres *Hydrobia*, *Valvata* et *Ancylus*.

La faune des mollusques terrestres de l'Europe est aussi constituée surtout de genres circumméditerranéens, et en partie aussi communs aux régions septentrionales de l'Europe et de l'Asie, dont la faune aborigène, très

(1) J.-R. Bourguignat. Description de deux nouveaux genres algériens, suivie d'une classification. Toulouse, Douladoure, 1877, p. 57.

(2) J.-R. Bourguignat. Histoire malacologique de l'Abyssinie. (*Annales des sc. nat., Zoologie*, s. 6, t. XV. Paris, 1883, p. 148.)

(3) A. Smith. On the Shells of Lake Nyassa. (*Proceed. zool. Soc. of London*, 1877.)

ancienne, prolonge ses traces jusque dans l'Amérique du Nord. C'est le cas pour les *Macularia*, *Campylæa*, *Patula*, *Hyalinia*, *Zonites*, *Carychium*, *Succinea*, *Vertigo*, *Pupa*, *Limax*, *Acicula*, *Acme*, *Cyclostoma*, *Glandina* : les espèces peuvent être rapprochées des espèces actuelles de l'Europe autant que des espèces fossiles dans le Miocène. Je pense qu'on a de beaucoup exagéré certaines analogies que nos faunes tertiaires présentent avec des types de Madère et de l'Amérique (p. e., *Patula ruderoïdes*, *Hyalinia umbilicalis*, *Craspedopoma conoïdale*, *Planorbis Thiollierei*, *Strobilus? labyrinthiculus*, etc.), tandis que les espèces discutées ressemblent tout autant et même plus à des formes méditerranéennes. L'*Helix Chaixi* a cependant des analogies avec les *Mesodon* du nord de l'Amérique; les *Libania* en ont avec des espèces de l'Asie Mineure. Les *Tryptychia* sont des formes spéciales.

Les quelques analogies que les faunes pliocènes continentales ont dans le nord de l'Amérique, et qui sont encore plus remarquables dans la flore, avaient fait soupçonner qu'il y a eu dans les âges précédents une communication directe entre l'Europe et l'Amérique à travers l'Atlantique; mais au fur et à mesure que les études ont fait des progrès, on a reconnu que les analogies sont bien plus frappantes dans l'Asie méridionale et dans le Japon, de sorte que M. Neumayr et plusieurs autres ont raisonnablement déduit que les communications entre les deux continents devaient avoir eu lieu à travers l'Asie.

Les grands vertébrés ont des rapports bien moins étroits avec la faune actuelle, si réduite, de l'Europe, qu'avec celle du Postpliocène européen et de l'Asie actuelle, et surtout avec la faune de l'Afrique septentrionale. L'extension géographique des terrains pliocènes exclut selon moi, d'une manière péremptoire, non moins

que pour le Miocène, l'idée que l'Europe communiquât avec l'Afrique par la Grèce et l'Italie: les communications avaient lieu par l'Asie (1) bien plus probablement que par l'Espagne, et c'est de ce côté-là que les mêmes faunes se sont étendues d'un continent à l'autre. La faune pliocène et postpliocène s'est retirée aujourd'hui de l'Europe à cause de la civilisation qui en a détruit presque jusqu'aux dernières traces, tandis qu'elle a survécu en Afrique. Une retraite, pour ainsi dire individuelle, de chaque espèce, de l'Europe en Afrique, me paraît, non seulement peu probable, mais impossible.

Pliocène de l'Atlantique. — En passant de la Méditerranée aux bords européens de l'Atlantique, nous trouvons le Pliocène probablement en Portugal (2) et certainement en France, sur les côtes de la Loire inférieure du Morbihan, de la Bretagne, du Cotentin, représenté par des sables, des marnes, et des argiles à *Nassa prismatica* (3). Il couvre avec une plus grande étendue, bien qu'avec une faible épaisseur, le nord de la Belgique. Il est très incomplet et il s'y présente généralement sous forme de sables, avec la faune propre des zones littorales ou des laminaires, en rapport, par conséquent, avec les sables jaunes, c'est-à-dire avec la zone *astienne* du Pliocène méditerranéen. On ne soupçonnerait pas une telle limitation si l'on avait égard seulement aux divisions détaillées et soigneuses établies par les géologues belges, lesquelles, au premier abord, feraient supposer entre une assise et l'autre une différence bien plus grande

(1) V. Matthews. The flora of Algeria, considered in relation to the physical history of the Mediterranean Region and supposed submergence of the Sahara. London, 1880, p. 31.

(2) P. Choffat. Observations sur le Pliocène du Portugal. (*Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. III, p. 119, 1889.)

(3) Vasseur. Terr. tert. France, p. 397.

qu'elle n'existe en réalité. Ils distinguent inférieurement les sables à *Isocardia cor*, supérieurement, les sables à *Trophon antiquum* ou système *Scaldisien* de Dumont [1] contenant quelques dizaines d'espèces non encore trouvées plus bas, mais qui, j'en suis convaincu, ne sont pas propres à faire reconnaître l'âge de l'un ou de l'autre des horizons pliocènes. Ce même Pliocène s'avance dans le sous-sol des Pays-Bas et jusqu'au Schleswig, au Holstein et à l'île de Sylt.

Sur les bords opposés de l'Angleterre, dans le Suffolk et le Norfolk, le Pliocène est aussi très étendu et est le plus souvent formé de graviers et de sables (*Crag*).

Il repose ordinairement sur des terrains éocènes ou plus anciens. La base est constituée par le *Crag corallin* équivalant au sable à *Isocardia* de la Belgique. Au-dessus vient le *Crag rouge* (*Red Crag*) synchronisable aux sables à *Trophon* (*Scaldisien*) : à cet horizon équivaut un dépôt en grande partie continental, stratigraphiquement indépendant, le *Crag fluvio-marin* de Norwich, en laissant de côté le *Forest-bed*, dont je parlerai plus tard.

Une comparaison entre les faunes pliocènes de la province Atlantique et de la Méditerranée n'est pas sans intérêt. Les différences sont bien plus grandes qu'elles ne le sont entre les faunes actuellement vivantes dans les mêmes régions. La parfaite identité se borne à quelques espèces, particulièrement bivalves, qui vivent actuellement autant dans l'Atlantique que dans la Méditerranée ; quelques autres, communes de même au Pliocène des deux provinces, ne vivent plus dans l'Atlan-

[1] Mourlon. Géologie de la Belgique, I.

P. Cogels et E. Van den Broeck. Observations géologiques faites à Anvers. (*Ann. Soc. malac. de Belgique*, XIV, 1879.)

E. Van den Broeck. Diestien, Casterlien et Scaldisien. (*Ann Soc. malac. de Belgique*, XVII, 1882.)

tique, mais seulement dans la Méditerranée (*Cassis saburon*, *Tellina compressa* et bien peu d'autres) ; cependant le grand nombre de telles espèces (51) indiqué par les auteurs anglais doit être extrêmement réduit, car il s'agit de formes substantiellement différentes. Ainsi, parmi les espèces éteintes, je n'en connais que deux ou trois (*Scalaria frondosa*, *S. frondicula*, *Brocchia sinuosa*, Broc.) communes, comme j'ai pu m'en assurer par ma propre observation ; les autres espèces censées identiques présentent toutes des différences plus ou moins accentuées (*Nassa conglobata*, *Fusus crispus*, *Drillia modiola*, *Clavatula interrupta*, *Pseudotoma intorta*, *Cancellaria contorta*, *C. mitræformis*, *Potamides tricinctum*, *Natica helicina*, *Trochus bullatus*, *Pecten dubius*, *Scalaria torulosa*, etc.).

Les types tropicaux ou en général méridionaux existant aussi dans le pliocène méditerranéen sont très rares dans la faune atlantique, et sont représentés par les genres *Pholadomya*, *Chama*, *Hinnites*, *Sigaretus*, *Cancellaria*, *Cassidaria*, *Terebra*, *Ficula*, *Marginella*, *Clavatula*, *Fasciolaria*. Par contre, il y a plusieurs genres (*Buccinum*, *Trophon*, *Neptunea*, *Sipho*, *Strombella*, *Admete*, *Trichotropis*, *Cyprina*) parfois richement représentés, et quelques espèces (*Scalaria groenlandica*, *Panopæa norvegica*, *Astarte borealis*, etc.) arctiques, dont une partie fera plus tard, pendant l'âge postpliocène, une très courte apparition dans la Méditerranée, pour se retirer ensuite, même des mers anglaises, aux régions polaires.

La faune pliocène de la Méditerranée avait donc un type plus franchement tropical ; la faune atlantique l'avait plus arctique ; les différences ont successivement de beaucoup diminué et un épanchement a eu lieu, d'un côté du Nord au Sud pour certaines espèces qui sont parvenues dans la Méditerranée, de l'autre, du Sud au Nord pour les espèces non connues à l'état fossile dans

les *crags*, qui se sont acclimatées dans les mers de la Grande-Bretagne. Une seule conclusion paraît donc possible : c'est-à-dire que, pendant le Pliocène, les différences de climat entre la Méditerranée et les côtes européennes de l'Atlantique du Nord étaient bien plus considérables qu'elles ne le sont à présent.

On n'a pas encore trouvé de mammifères terrestres dans le *Crag* corallin; par contre, dans le *Crag* rouge on en a découvert de nombreuses espèces, identiques à celles de l'Auvergne et du Valdarno (1), et entre autres *Hipparion* et *Hyænarctos;* le *Mastodon arvernensis* a coexisté avec l'*Elephas meridionalis.* Dans le *Crag* de Norwich se répète la même faune. Dans le *Crag* rouge on découvre aussi des débris de vertébrés roulés, provenant d'une manière certaine du remaniement de couches éocènes sous-jacentes ; mais rien n'autorise à accepter la supposition de M. Ray Lankester (2), que toutes les molaires d'*Elephas* du *Crag* rouge proviennent de couches sableuses supérieures et non du lit à ossements, et aient été mêlées par un remaniement avec la faune plus ancienne.

(1) Falconer. Palæontological Memoirs and Notes, II, 1868, note 1.
E. T. Newton. The vertebrata of the Pliocene deposits of Britain. (*Mem of the geol. Surv. of the Un. Kingd.*, 1891.)
(2) Quart journ. of the geol. Soc., 1870, p. 495.

CHAPITRE IV.

POSTPLIOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN.

§ 1. POSTPLIOCÈNE INFÉRIEUR.

Italie. — Je ne connais aucun dépôt marin de cet âge au pied des Alpes.

Dans l'Emilie, les sables astiens et les calcaires avec *Amphistegina* du Pliocène typique sont recouverts, en concordance parfaite, par des sables jaunes, rarement marneux, à *Cyprina islandica*, ravinés et sous-jacents à leur tour, avec discordance, aux alluvions anciennes de la période glaciaire qui s'étendent vers la plaine du Pô.

De tels dépôts à *Cyprina* ont été rencontrés dans les environs de Plaisance aux Ripe-dello-Stramonte (et c'est le lieu le plus occidental de la vallée du Pô et des Apennins où ils paraissent), dans les collines plus basses de Castellarquato, particulièrement au Rio-della-Gatta, enfin dans la province de Parme à Cusignano, dans le Rio-dei-Coppi près de Traversetolo et à Tabiano. M. Cocconi [1] a donné des catalogues des mollusques de toutes ces localités, sauf la dernière; mais, malheureusement, ils comprennent aussi des espèces du plio-

[1] G. Cocconi. Enumerazione sistematica dei molluschi miocenici e pliocenici delle provincie di Parma e Piacenza. (*Mem. Acc. sc. Bologna*, s. 3, t. III, 1873.)

cène typique qui existe dans les mêmes localités, de sorte qu'ils ne peuvent pas donner une idée de la faune de nos couches, qui n'a été qu'imparfaitement étudiée dans l'Emilie. Je donne en note une petite liste d'espèces du Rio-dei-Coppi et de Tabiano, déterminées par moi-même et compagnes bien sûres de la *Cyprina islandica* (1) : cependant cette liste même est fort incomplète vis-à-vis des faunes si abondantes et si bien étudiées de Vallebiaia, de Livourne, de Monte Mario, de Catanzaro, de Gallina, de Sciacca, etc.

On avait indiqué les couches à *Cyprina islandica* aussi à la Tagliata dans le Modenais; mais elles n'y existent pas.

Le même horizon reparaît autour des Monts de Livourne sous forme de sables, quelquefois argileux et bleus, dans la ville même de Livourne, au-dessous du niveau de la mer, sous le calcaire littoral quaternaire et récent dit *panchina*, dans le fossé San-Cosimo, au pont tournant entre la nouvelle darse et le môle des Médicis, à la darse pour la gare du chemin de fer à la Crocetta, à la darse pour la gare maritime, au chantier Orlando, à St-Jacques, à l'Académie navale, près d'Ardenza, etc. Sous forme de sables jaunes et de graviers il

(1) *Rotalia Beccarii*, L.
Biloculina simplex.
Ditrupa subulata, Desh.
Diplodonta rotundata, Mtg.
Mactra subtruncata, da C.
Syndosmya ovata.
Cardium echinatum, L.
Cyprina islandica, Lmk.
Cytherea multilamella, Lmk.
Venus gallina, L.
Cylichna truncata, Mtg.
Cerithiolum scabrum, Ol.
Ces espèces, sauf la *Cyprina*, vivent toutes dans la Méditerranée.

forme les derniers contreforts des collines Pisanes qui environnent les monts de Livourne, et il est très connu à Vallebiaia près de Fauglia. Les fossiles de Livourne ont été bien décrits par notre regretté ami Appelius (1), ceux de Vallebiaia par le comte Manzoni (2).

Plus au midi, non loin de la mer, ces terrains se montrent dans les collines de Canino et de la Tolfa, mais sous un facies argileux, saumâtre, qui n'a pas encore été étudié. Le gisement de la Farnesina est classique et plus encore celui de Monte-Mario, près de Rome, dont les fossiles ont été étudiés par une pléiade de savants, Rayneval, Van den Ecke, Ponzi, Conti, Meli, Terrigi, Ristori, Capellini, etc. (3).

De proche en proche, à mesure qu'on descend vers l'extrémité méridionale de la péninsule, ces sables arrivent à une plus grande hauteur au-dessus du niveau de la mer et occupent une étendue et une épaisseur plus considérables.

(1) F. L. Appelius. Catalogo delle conchiglie fossili del Livornese. (*Bull. malacologico ital.*, t. III, Pisa, 1870.)

A. Neviani. Briozoi postpliocenici del sottosuolo di Livorno. (*Boll. Soc. geol. it.* vol. X, 1891.)

(2) A. Manzoni. Saggio di conchiologia fossile subappennina. Imola, 1868.

A. Manzoni et G. Gentiluomo. Annotazioni al saggio di conchiliogia fossile subappennina. (*Boll. malacologico it.*, t. III, Pisa, 1870.)

R. Lawley. Nota di conchiglie fossili di Val Lebiaia. (*Bull. Soc. malac. it.*, vol. I, 1875, p. 32.)

(3) De Rayneval, Van den Ecke et Ponzi. Catalogue des fossiles du Mont Mario. Versailles, 1854.

A. Conti. Il Monte Mario ed i suoi fossili subapennini. Roma; 1re éd., 1864, 2e éd., 1871.

A. De Rayneval. Coquilles fossiles du Monte Mario. Paris, 1876.

G. Terrigi. Fauna vaticana a foraminiferi delle sabbie gialle nel pliocene subappennino superiore. (*Atti Acc. pont. N. Lincei.* Roma, 1880.)

G. Ponzi e R. Meli. Molluschi fossili del Monte Mario. (*Mem. Acc. Lincei*, s. IV, vol. III, 1887.)

G. Ristori. Contributo alla fauna carcinologica del Pliocene italiano, e crostacei fossili di Monte Mario (*Atti. Soc. tosc. sc. nat.*, vol. XI, 1889.)

Bleicher et Fliche. Note sur la flore pliocène du Monte Mario. Nancy, 1887.

En Calabre [1], ces terrains acquièrent une variété plus grande qu'ailleurs, et outre des sables littoraux, comparables à ceux de Monte-Mario et de Vallebiaia, on y trouve pour la première fois des argiles de mer plus profonde, qui ne se répètent qu'en Sicile.

Dans la catégorie des sables littoraux rentrent les couches de S. Maria près de Catanzaro, de Caraffa, Vena et Borgia dans la Valle-Lamato.

Une des faunes les plus riches que l'on connaisse est celle de Gallina [2], découverte par M. Mantovani, illustrée par Seguenza et qui justement par cette illustration et par sa richesse mérite une place distinguée dans l'étude de l'âge dont nous parlons. Si elle a maints points de ressemblance avec les faunes littorales de Monte Mario, Vallebiaia, etc., elle en a autant de dissemblance, à cause, comme nous le verrons, de la plus grande profondeur du dépôt, profondeur qui s'approche de celle de la zone coralligène. Parallèles à ces dépôts de Gallina sont les autres, moins fossilifères, que j'appellerai à *Fusus longiroster* et à brachiopodes, d'après une des espèces les plus communes de la région tyrrhénienne, p. ex. de Cosentino, de Vallanidi, de ce qu'on a appelé *tofo* ou tuffeau du Pezzo et principalement de la Piana et de la vallée du Mesima, c'est-à-dire de S. Cristina, S. Giorgio-Morgeto, du pont de S. Angelo, localités où ils occupent aujourd'hui une place d'autant plus basse, par rapport aux dépôts littoraux, qu'ils étaient de mer plus profonde à l'origine.

Sicile. — En Sicile, cet horizon occupe une surface aussi étendue qu'en Calabre. Plusieurs indications rela-

(1) R. A. Philippi. Enumeratio molluscorum utriusque Siciliae, 1836-1844.
G. Seguenza. Le form. terz. nella prov. di Reggio, 1880.
De Stefani. Jejo, Montalto, Capovat., 1884.
(2) Seguenza. *Loc. cit.*

tives aux gisements de Barcellona, Castro Reale, Naso et de bien des endroits de la province de Messine, se trouvent dans les travaux de Seguenza [1]. Les mollusques des environs de Sciacca (Girgenti), jadis indiqués par Philippi, ont reçu dernièrement une importante illustration par M. Di Stefano [2]. Les sables de Sciacca sont complètement assimilables à ceux de Monte-Mario, Vallebiaia, Valle-Lamato, etc., et méritent autant de considération auprès de ceux qui étudient ces terrains.

Il resterait à voir si les argiles bleues à *Nucula placentina*, *Neæra crispata*, *Drillia sigmoidea* et autres espèces vivantes, de la *contrada* S. Giorgio et d'autres environs de Sciacca, sous-jacentes aux sables, n'appartiennent pas au Postpliocène inférieur plutôt qu'au Pliocène; mais on connaît encore trop peu la faune coralligène de cet âge.

Le plus souvent, en Sicile comme dans les Calabres, tous ces terrains sont superposés aux sables ou aux argiles pliocènes, en concordance ou avec une légère transgression, mais on les trouve aussi tout à fait indépendants.

Observations paléontologiques. — Arrivés à la fin de cette revision sommaire des gisements postpliocènes de l'Italie, nous tâcherons de passer aux observations paléontologiques qui doivent déterminer la phase et le niveau chronologique de la faune et des couches.

Je commencerai par l'examen de la faune littorale de Vallebiaia, Monte-Mario, Valle-Lamato et Sciacca et d'une partie de celle de Gallina.

(1) Seguenza. Stud. strat. form. plioc. It. mer. (*Bull. com. geol*, 1874, p. 150 et suiv.)

(2) G. di Stefano. Il Pliocene ed il Postpliocene di Sciacca. (*Bull. com. geol.*, 1889, p. 69.)

Les éléments suivants y sont à distinguer.

I. Espèces venues du Pliocène, sans aucune ou avec bien peu de différence; aujourd'hui éteintes ou retirées dans des mers chaudes.

II. Espèces venues du Pliocène et aujourd'hui éteintes, mais qui s'étaient transformées d'une manière suffisante pour se distinguer des formes homologues pliocènes.

III. Espèces propres, c'est-à-dire non connues dans le Pliocène et maintenant éteintes.

IV. Espèces inconnues dans le Pliocène, apparues pour la première fois dans le Postpliocène, retirées aujourd'hui de la Méditerranée dans l'Atlantique septentrionale.

V. Espèces survivant au Pliocène, mais déjà suffisamment transformées et se rapprochant des formes qui vivent actuellement dans la Méditerranée.

Les éléments des séries 2, 3, 4 et 5 servent à distinguer l'horizon dont nous parlons du Pliocène; ceux des séries 1, 2, 3 et 4 le distinguent des terrains très récents et actuels.

Les difficultés d'une étude comparative de ces espèces avec celles qui vivent aujourd'hui, sont très grandes et parfois presque insurmontables, à cause du manque de riches récoltes de mollusques vivants à consulter: les collections méditerranéennes d'une réelle importance sont presque uniquement celles de feu G. Jeffreys à Londres, de M. Joly à Alger, de M. Del Prete à Viareggio, de MM. Bucquoy et Dautzenberg et surtout du marquis de Monterosato à Palerme. Cependant, presque toutes les espèces que je rappellerai ont été étudiées et comparées directement par moi. En voici la liste.

1re *série.* Espèces venues du Pliocène, actuellement éteintes dans la Méditerranée.

Clavagella bacillum, Brocc,. Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca.

Cardilia Michelottii, Desh. Vallebiaia, Monte-Mario.

Arcopagia corbis, Bronn. Vallebiaia, Monte-Mario.

Artemis orbicularis, Ag. Livourne.

Venus libellus, Rayn. Monte-Mario.

Cardium pectinatum, L. Vallebiaia, Monte-Mario. Vit au Sénégal.

C. hirsutum, Bronn. Monte-Mario, Gallina.

Corbicula fluminalis, Müll. Monte-Mario. Vit en Orient.

Cryptodon rostratum, Pecch. Monte-Mario, S. Cristina, Gallina.

Arca Syracusensis, Mayer. Vallebiaia.

Nucinella ovalis, S. Wood. Monte-Mario, Gallina.

Nucula placentina, Lmk. Livourne, Monte-Mario, Gallina, Sciacca.

Leda mendax, Mgh. Livourne.

Modiolaria sericea, Bronn. Livourne, Monte-Mario, Sciacca.

Plicatula mytilina, Phil. Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Gallina, Sciacca.

Brocchia sinuosa. Brocc. Livourne, Monte-Mario.

Niso eburnea, Risso. Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca.

Turritella tornata, Brocc. Vallebiaia, Monte-Mario, Valle-Lamato, Gallina, Sciacca.

Cancellaria hirta, Brocc. Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca.

Rissoïna decussata, Mtg. Livourne, Vallebiaia, Gallina. Vit aux Antilles.

Alvania diadema, Dod. Vallebiaia, Gallina.

Cerithium varicosum, Brocc. Vallebiaia, Gallina.

Potamides Giulii, De St. Vallebiaia.

Murex Sowerbyi, Mich. Vallebiaia.

M. pseudophyllopterus, Mich. Sciacca. (Je n'ai pas vu cette espèce.)

Nassa musica, Brocc. Vallebiaia, Monte-Mario, Valle-Lamato, Gallina, Sciacca.

N. serraticosta, Bronn. Livourne, Vallebiaia, Valle-Lamato, Gallina, Sciacca.

Mangelia angusta, Jan. Livourne, Sciacca. Son existence me paraît encore douteuse.

2e *Série*. Ont survécu, légèrement modifiées, au Pliocène et sont maintenant éteintes dans la Méditerranée.

Cardium multicostatum, Brocc., *forma minor*. Vallebiaia, Monte-Mario, Gallina.

Arca mytiloïdes, Brocc., *forma minor*. Vallebiaia, Monte-Mario.

A. pectinata, Brocc., *forma minor*. Vallebiaia, Monte-Mario, Gallina.

Tellina lacunosa, Chemn. Monte-Mario. Vit au Sénégal.

Murex cœlatus, Grat. Vallebiaia, Carrubbare. Forme légèrement différente de la pliocène.

Mitra scrobiculata, Brocc., *forma minor*. Livourne [1].

3e *et* 4e *Séries*. Manquent au Pliocène et se sont éteintes plus tard ou vivent un peu modifiées, dans les mers du Nord.

Cyprina Islandica, Lmk. Ripe dello Stramonte, Castellarquato, Cusignano, Rio-dei-Coppi, Tabiano, Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Valle-Lamato, Sciacca. Cette espèce vivait antérieurement dans les mers pliocènes de la Belgique et de l'Angleterre, mais non dans la Méditerranée, et à présent, elle s'est retirée de nouveau dans l'Atlantique septentrional; elle y vit du golfe de Gascogne à la Norwège, où elle est même fossile dans

[1] On pourrait ajouter le *Strombus coronatus*, Def., qui, représenté par une imple variété, paraît dans des dépôts un peu plus récents et qui doit se trouver aussi dans le Postpliocène inférieur, bien qu'on ne l'ait pas encore indiqué.

les terrains glaciaires, en Islande, dans le Groënland, dans l'Amérique boréale. MM. Pantanelli et Meli ont constaté quelques petites différences entre la forme postpliocène et l'actuelle, ce qui ne contredit pas les conclusions que l'on peut tirer de sa présence.

Lucina Caterinii, D'Anc. (*L. aspromontana*, Seg.). Livourne, S. Cristina.

Cardita rhodiensis, Fisch. (*C. revoluta*, Seg.). Monte-Mario, Gallina. Le nom de M. Fischer, publié en 1877 et accompagné d'une description, est préférable à celui de Seguenza, publié antérieurement, mais sans description. L'espèce provient de la *C. subre voluta*, De St., du Pliocène et de la *C. Jouanneti*, Desm., du Miocène supérieur, dont elle se rapproche le plus.

Imbricaria Caterinii, Mgh., Livourne. Type très curieux, qui manque au Pliocène et qui ne se trouve actuellement que dans l'Océan Indien : il est comparable aux autres espèces tropicales, propres aux couches plus récentes, que nous examinerons plus tard.

Buccinum undatum, L. Caraffa. Manque dans le Pliocène de la Méditerranée, mais non de l'Atlantique, et, ainsi que la *Cyprina*, il s'est retiré de nouveau dans l'Atlantique du Nord.

Je pense qu'on pourrait ajouter plusieurs des petites espèces de Monte-Mario ; mais il faut se garder d'une conclusion positive, quelle qu'elle soit, parce que bon nombre de ces espèces nouvelles de Monte-Mario et de Gallina devront être assimilées à d'autres de l'Atlantique et de la Méditerranée, décrites ou non; en effet il y a encore un nombre respectable de petites espèces méditerranéennes inconnues.

5e *Série*. Je suis d'avis que, en possédant une nombreuse collection de mollusques de la Méditerranée et à l'aide d'une soigneuse comparaison de la faune postplio-

cène avec la faune vivante d'un côté, avec la faune pliocène de l'autre, on augmenterait de beaucoup la série des espèces postpliocènes dont le degré d'évolution se rapprocherait plus des espèces actuelles que des espèces pliocènes.

Voici le résultat de mes observations sur quelques espèces qui vivent encore dans la Méditerranée.

Ditrupa subulata, Desh. Cet annélide, très commun et même vivant, remplace la *D. incurva*, Ren., du Pliocène, qui me paraît plus petite et plus rugueuse.

Panopœa glycimeris, Born. Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca : vivante. Remplace la *P. Faujasi*, Mén., pliocène, dont elle se distingue par le côté postérieur fermé, moins allongé et plus arrondi.

Cardita calyculata, L. Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca : vivante. Elle ne possède plus les grandes dimensions de la *C. elongata*, Bronn, du Pliocène.

Loripes leucoma, Turt. Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca : vivant. On ne trouve plus d'individus complètement rapportables à l'espèce pliocène, *L. Savii*, De St., qui est très voisin du *L. miocenicus*, Michlt., du Miocène et qui se reconnaît à la forme plus irrégulièrement rugueuse, plus convexe près des crochets, plus concave au bord antérieur, moins carrée.

Pecten commutatus, Mtrs. Livourne, Monte-Mario, Gallina, Sciacca : vivant. Comparé au *P. scabrellus*, Lmk., du Pliocène et du Miocène, il possède des oreillettes et des costules latérales plus rugueuses, une forme plus déprimée ; les interstices entre les côtes sont moins espacés.

Murex trunculus, L. Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca : vivant. Extrêmement rare et isolé dans les couches littorales du Pliocène, où il est accompagné par tant d'autres espèces analogues, mais suffisamment différentes, il se trouve dans le Postpliocène parfaitement

caractérisé et commun, unique représentant de son groupe ou tout au plus avec le *M. conglobatus*, aussi vivant et Pliocène.

M. brandaris, L. Sciacca : vivant. Je ne connais pas cette espèce, qui est sensiblement différente, par ses côtes et par ses tours déprimés, du *M. torularius*, Lmk., du Pliocène.

M. Brocchii, Mtrs. Vallebiaia : vivant. On en trouve quelques individus isolés, déjà dans le Pliocène, avec le *M. craticulatus*, Broc., typique, maintenant éteint, dont il se sépare par les côtes moins saillantes et par les tours plus faiblement carénés.

Euthria cornea, L. Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca : vivant. Se distingue absolument de la forme pliocène, bien que les auteurs lui donnent le même nom, par ses tours bien plus déprimés et presque canaliculés près des sutures.

Ringicula auriculata, Mén. Vallebiaia, Monte-Mario, Sciacca : vivant. Remplace la *R. buccinea*, Brocc., du Pliocène.

Vermetus subcancellatus, Biv. Monte-Mario : vivant. Par ses carènes longitudinales peu saillantes et par la surface non craticulée, il se distingue de *V. intortus*, Lmk., éteint, qu'il remplace.

Les mêmes choses seraient à répéter des crustacés brachioures et anomoures (1), dont on ne connaît encore aucune espèce commune au Pliocène, tandis que plusieurs vivent encore dans la Méditerranée nullement ou à peine modifiées (*Pilumnus spinosus*, Rist., *Ebalia Pennantii*, Leach, *E. Tvanchii*, Leach var., *Ilia nucleus*, Leach, *Pagurus striatus*, Latr., *Gebia cfr. stellata*, Leach, *Callianassa subterranea*, Leach var.).

(1) Ristori. *Loc. cit.*

Quant à la faune des couches presque coralligènes de Gallina, outre quelques espèces communes à Vallebiaia et Monte-Mario, que je viens d'indiquer, il y en a, selon Seguenza, plusieurs autres qui ont survécu au Pliocène, mais sont éteintes aujourd'hui; telles sont : *Trivia affinis*, Duj.; *Mitra obsoleta*, Broc.; *M. cupressina*, Broc.; *Conus pyrula*, Broc.; *Pseudotoma brevis*, Bell.; *Homotoma textilis*, Broc.; *Daphnella Romanii*, Lib.; *Raphitoma hispidula*, Jan; *R. megastoma*, Brug.; *R. submarginata*, Bon.; *R. sulcatula*, Bon.; *R. harpula*, Broc.; *Trophon squamulatus*, Broc.; *Fusus longiroster*, Broc.; *Triton apenninicum*, Sasso; *Latirus fimbriatus*, Broc.; *Solarium semisquamosum*, Bronn; *Scalaria Bombicciana*, Cocc.; *S. corrugata*, Broc.; *Rissoïna pusilla*, Broc.; *Siphonodentalium triquetrum*, Broc.; *Neæra crispata*, Scac.; *Verticordia arenosa*, Rayn.; *Leda Hoernesii*, Bell.; *Terebratula Regnolii*, Mgh.; *Rhynchonella bipartita*, Broc. Il est très probable que plus d'une de ces espèces, dont quelques-unes sont tout à fait coralligènes, présentent quelques différences avec leurs homonymes du Pliocène; selon Seguenza lui-même, de petites différences sont présentées par les espèces suivantes : *Mitra cfr. striatula*, Broc.; *M. cfr. fusiformis*, Broc.; *Surcula cfr. dimidiata*, Broc.; *Columbella cfr. turgidula*, Broc.; *C. cfr. semicaudata*, Bon ; *Cancellaria cfr. Brocchii*, Crosse; *Vermetus cfr. intortus*, Lmk.; *Limopsis cfr. Aradasi*, Testa. On devrait ajouter un très grand nombre d'espèces nouvelles, le plus souvent de petites dimensions, dont une certaine quantité, comme je l'ai dit, seront synonymes de formes vivantes. Je n'ai pas même exclu le doute que, dans les listes de Seguenza il n'existe quelque confusion avec les sables pliocènes sous-jacents, à *Amphistegina* et à brachiopodes, par suite de laquelle on devrait rejeter probablement quelques *Pecten*, quelques brachiopodes et peut-être quelques autres es-

pèces. Malgré tout, je n'ai pas hésité à attribuer ces dépôts de Gallina au Postpliocène inférieur, à cause de leur situation stratigraphique, directement supérieure, ainsi que la plus grande partie des couches à *Cyprina islandica* de l'Italie, aux sables pliocènes littoraux à *Amphistegina*, de leur étroite affinité avec les faunes de Vallebiaia et de Monte Mario, des transformations manifestées par les espèces pliocènes, du manque de certains genres et de certaines espèces littorales pliocènes (certaines *Mitra*, *Terebra*, *Pleurotomidae*, *Conus*, etc.), et de la proportion très bornée des espèces éteintes. En effet, les espèces indiquées (lamellibranches, ptéropodes, solénochonques, gastéropodes, brachiopodes) sont au nombre de 680, dont 209 éteintes, y compris les 89 espèces nouvelles : on aurait par conséquent 30 p. 100 d'espèces éteintes; proportion qui, cependant, devra se réduire de beaucoup lorsqu'on aura corrigé quelques défauts de nomenclature, et si l'on pense qu'il y a 15 p. 100 d'espèces nouvelles.

Les restes des vertébrés renfermés dans les sédiments littoraux, bien que très rares en espèces et en individus, sont d'une grande importance.

A Livourne, dans les fouilles exécutées à l'occasion des travaux de la darse et du chantier Orlando, on a découvert *Elephas antiquus* et *Hippopotamus Pentlandi*; à Monte-Mario, en creusant un puits dans le fort, au sommet de la butte, à 132 mètres au-dessus de la mer, on a rencontré une molaire, appartient bien certainement à l'*Elephas meridionalis* (1). Il en résulterait que l'*E. antiquus* et le *meridionalis* ont coexisté, bien que peut-être séparés d'habitation, ainsi que de mœurs et d'habitudes; que l'*E. meridionalis* a eu une persistance plus

(1) G. Tuccimei. Alcuni mammiferi fossili delle provincie umbra e romana (*Mem. acc. pont. d. N. Lincei*, 1891), p. 32.

grande que presque toutes les autres espèces pliocènes, puisqu'il est conservé jusque dans le Postpliocène inférieur, tandis que l'*E. antiquus* à son tour, venu plus tard, survécut jusqu'aux temps plus récents du Postpliocène. Ces mêmes circonstances se répètent, nous le verrons, en Angleterre.

En résumé, il est évident que, même en laissant de côté les dépôts coralligènes, les terrains de Livourne, Vallebiaia, Monte-Mario, Valle-Lamato, Sciacca, etc., ou pour mieux dire les sables à *Cyprina islandica,* peuvent être distingués stratigraphiquement et doivent l'être paléontologiquement des sables pliocènes; que leurs espèces se rapprochent de celles des mers actuelles bien plus que les espèces pliocènes, et qu'entre elles il y a quelques formes septentrionales, avant-coureurs de celles franchement polaires qui arriveront un peu plus tard.

Les terrains, par conséquent, sont plus étroitement liés à l'âge actuel et peuvent être attribués au Postpliocène, dont ils constitueraient l'étage inférieur.

La présence de quelques espèces éteintes ne pourrait s'opposer à ce qu'on les range dans le Postpliocène, du moment que, même actuellement, presqu'à chaque instant, il y a des espèces qui vont en s'éteignant.

Classifications proposées. — Les dépôts du Plaisantin et du Parmesan sont confondus par les auteurs avec le Pliocène; ceux de Vallebiaia furent justement attribués par Manzoni au *Saharien* ou Postpliocène inférieur et les terrains de Livourne ont été regardés comme postpliocènes. Stoppani attribua au même âge ceux du Monte-Mario, qui sont placés par Ponzi et Meli dans la " partie supérieure du Pliocène récent ", ou *Newer Pliocene* de Lyell. Or, le *Newer Pliocene* de Lyell est le *Postpliocène inférieur* même, tandis que le *Pleistocene* de

Lyell est le *Postpliocène supérieur*. Les couches de Sciacca ont aussi été classées dans le *Postpliocène inférieur* par M. Di Stefano. Il resterait les assises des Calabres et de Messine que Seguenza a attribuées à l'*Astien supérieur* ; mais on s'apercevra de son erreur si l'on observe que, dans l'Astesan, il n'y a pas de traces de couches parallèles ou synchrones à celles que nous venons d'examiner, et que l'*Astien* est représenté, dans l'Italie méridionale et en Sicile, par les calcaires à *Amphistegina* et par les sables attribués par Seguenza au *Zancléen supérieur*.

M. Mayer (*loc. cit.*) rapporte les couches du Monte-Mario, non au Pliocène, mais à son étage *Arnusien* qui devrait être intermédiaire entre le Pliocène et le Post-pliocène.

Le savant professeur de Zurich est exact dans la classification chronologique, mais non dans la dénomination de cet étage, car nous savons qu'il a dérivé le nom *Arnusien* du Val d'Arno, dont la faune et les dépôts sont tout ce qu'il y a de pliocène le plus typique et n'ont rien à faire avec les sables de Monte-Mario, le *Forest bed* de Cromer et les autres terrains attribués à l'*Arnusien*.

M. Suess, en acceptant mes idées, a classé tous ces terrains dans son *quatrième étage méditerranéen* et a reconnu leur synchronisme avec les dépôts glaciaires du continent ([1]).

Baléares. — En sortant de l'Italie, dans la région occidentale de la Méditerranée, nous ne connaissons pas de terrains marins de cet âge ; mais comme aux

([1]) Ant. d. Erde, I, 1885 p. 429 et suiv.

Baléares et sur la côte africaine existent des couches à *Strombus bubonius* un peu plus récentes, il n'est pas improbable qu'on doive y découvrir aussi les sables à *Cyprina islandica*. Ceux-ci s'étendent certainement dans la Méditerranée orientale.

Grèce. — En Grèce, ils occupent une grande partie de l'isthme de Corinthe et l'on doit leur rapporter les fossiles indiqués par MM. Philippson et Th. Fuchs et comparés par ce dernier à ceux de Tarente en Italie et de Rhodes; on doit remarquer, entre autres, les fossiles suivants : *Strombus coronatus Nassa musiva*, *Dentalium fossile, Venerupis pernarum,* peut-être non exactement déterminée, *Plicatula mytilina* (1).

Archipel. — Les dits terrains se répètent dans l'Archipel turc; cependant nous avons fait observer plus haut que les dépôts de Cos indiqués par Tournouër (2) et Neumayr (3) et rapportés à l'étage de Monte-Mario, Monte-Pellegrino, Rhodes, alternent au contraire avec les couches à paludines et sont certainement pliocènes.

Tournouër reconnaît que les fossiles marins de Cos peuvent provenir de niveaux différents, et la présence de la *Turritella tornata* et de l'*Arca pectinata*, formes communes à Monte-Mario, bien qu'aussi pliocènes, rend non invraisemblable la supposition que les couches à *Cyprina* y soient représentées.

Leur présence est bien constatée à Rhodes (4).

(1) Fuchs. Tert. bild. Griechenl., p. 3.

A. Philippson. Der Peloponnes. — Der Isthmos von Korinth (*Zeitsch. d. Ges. f. Erdkunde,* Berlin, 1890, p. 22, 25, 37, 40, 45, etc.)

(2) Tournouër. Et. s. les fos. tert. de Cos, p. 24.

(3) Ueb. geol. Bau d. Ins. Kos., p. 242.

(4) Fischer. Pal. terr. tert. Rhodes, 1877.

E. Pergens. Pliocäne Bryozoën von Rhodos (*Annalen des K. K. naturhist. Hofmuseums.* Wien, 1887).

E. Jüssen. Uber pliocänr Korallen von der Insel Rhodus (*Sitzungsb. d. Ak. d. Wissensch.*, Wien, 1890).

MM. Tournouër et Fischer en ont précisé la situation stratigraphique et y ont reconnu les espèces caractéristiques suivantes : *Cyprina islandica*, *Cardium multicostatum*, *C. pectinatum*, *Cardita rhodiensis*, *Arca pectinata*, *Nucula placentina*, *Arcopagia corbis*, *Modiolaria sericea*, *Plicatula mytilina*, *Brocchia sinuosa*, *Niso eburnea*, *Turritella tornata*, *Nassa musiva*.

Il est possible que quelques-unes des couches marines à fossiles récents, indiquées à Mylos, Kimolos, Tenedos, appartiennent aussi à cet âge.

Forest-bed de l'Angleterre. — Maintenant, si nous sortons de la Méditerranée, nous trouvons en Angleterre une formation qui paraît se rapporter sans doute à la même époque, le *Forest-bed* et le *Crag* de Weybourne, qui constituent le *Newer Pliocene* de Lyell (1). La flore abondante est composée de plantes qui vivent toutes encore en Angleterre, sauf deux, le *Pinus abies* et la *Trapa natans*, qui vivent dans les régions voisines (2). Cette flore était donc extrêmement différente de celle qui couvrait en même temps les régions méridionales de l'Europe. On ne connaît pas suffisamment, il est vrai, la flore des couches de Monte-Mario, de Vallebiaia, de Rhodes, etc. ; mais on connaît celle des travertins et des tufs volcaniques de l'Italie et elle ressemble beaucoup à la flore pliocène.

Les mollusques continentaux vivent aussi presque tous en Angleterre ; mais ils sont accompagnés par quelques formes éteintes, ainsi que par la *Corbicula*

(1) C. Reid. The geology of the country around Cromer (*Mem. geol. Survey of England and Wales*, 1882).

The pliocene deposits of Britain (*Mem. geol. Survey of the un. Kingd.* London, 1890, p. 137 et suiv.

(2) C. Reid. On the flora of the Cromer Forest-bed. (*Trans of the Norfolk and Norwich Nat. Soc.*, t. IV, 1886).

fluminalis. qui vivait en même temps en Grèce et en Italie. Quelques espèces, et même un *Lithoglyphus*, sont rapportées, mais, improprement, je pense, à d'autres formes vivant en Belgique et en Allemagne.

De 73 espèces de mollusques et d'autres invertébrés marins, à peine cinq sont éteintes, proportion non éloignée de celle des fossiles de Vallebiaia et du Monte-Mario, surtout si l'on fait abstraction des espèces nouvelles. Des autres formes, six vivent aujourd'hui à une latitude plus élevée dans les mers arctiques, et quelques autres seulement dans le nord de la Grande-Bretagne.

Ce nombre d'espèces arctiques, dont quatre se trouvent déjà dans le *Crag* rouge, est attribué par les géologues anglais aux communications que les mers anglaises auraient continué à avoir plus amples vers le Nord que vers le Sud [1] : mais on peut affirmer, avec autant de certitude, que le climat pouvait être très différent et plus froid, à cause du manque du courant du Golfe ou de quelque autre circonstance géographique, ce qui, même à présent, pourrait rendre la température de la Grande-Bretagne comparable à celle du Labrador. Cette augmentation, bien que non considérable, d'espèces arctiques dans le Nord fait pendant à l'immigration de la *Cyprina islandica* dans la Méditerranée. A coup sûr, on ne peut pas prétendre, avec Neumayr, retrouver une même proportion d'espèces arctiques dans les terrains de l'Italie et de l'Angleterre, puisque les deux régions et leurs bassins étaient si éloignés et si différemment situés.

[1] Godwin Austen. On the kainozoic formations of Belgium. (*Quart. journ. geol. soc.*, XXII, p. 238, 1886.)

Prestwich. On the structure of the Crag beds. (*Quart. J. Geol. Soc.*, XXVII, p. 475, 1871.)

Dans les terrains un peu plus récents de l'Italie, contemporains des glaciers, nous trouverons la *Tellina lata,* Gmel., ou *calcaria,* Chemn., l'*Admete viridula*, Fabr., fossiles déjà dans le Crag rouge et la *Cylichna alba*, Brown, du Crag fluvio marin, espèces arctiques, retirées de l'Angleterre et même retournées aujourd'hui au pôle.

Non moins importantes sont les observations que l'on peut faire sur les vertébrés, dont le *Forest-bed* est très riche.

Laissons de côté les poissons, les amphibies, les reptiles, tous vivants à l'exception d'un *Platax,* bien que la plupart des déterminations soient un peu vagues, et bornons-nous aux mammifères.

Dans le *Crag* de Weybourne, dans les couches inférieures d'eau douce et dans le vrai *Forest-bed* d'estuaire, non compris les dépôts supérieurs d'eau douce, M. Newton indique 44 espèces, dont 9 douteuses, 5 mammifères marins, entre autres *Trichechus Huxleyi*, Lank., de Cromer, éteint, et *Phoca barbata,* Fabr., qui vit préférablement à une latitude plus élevée, et 30 mammifère terrestres (¹).

Parmi ceux-ci, 2 vivent encore en Angleterre, 2 (*Ovibos moschatus,* Blainv., *Gulo luscus*, L.) dans l'Europe septentrionale et en Orient; il manque cependant les plus nombreuses espèces arctiques qui surviennent dans les couches d'eau douce supérieures au *Forest-bed.* Neuf espèces sont nouvelles et particulières au gisement (*Arvicola intermedius*, Newt., *Alces latifrons,* Johns., *Cervus verticornis*, Dawk., *C. Gunnii*, Dawk., *C. Fitchii*,

(¹) C. Reid. On recent additions to the fauna and flora of the Cromer Forest Bed. (*Trans. of the Norfolk and Norwich Nat. Soc.*, 1884.)

E. T. Newton. The vertebrata of the Forest-bed series of Norfolk and Suffolk. (*Mem. geol. Surv. of Engl. and Wales.*) Some addition to the vertebrate Fauna of the Norfolk preglacial Forest-bed. (*Geol. Magaz*, 1889.)

Gunn; *C. Dawkinsi,* New., *C. bovides*, Gunn; *C. rectus,* New., *Caprovis Savinii*, Newt.); leur nombre ne doit pas étonner parce que, partout dans le quaternaire, principalement dans les îles, on rencontre des formes éteintes et particulières.

Six espèces éteintes (*Elephas cfr. primigenius,* Blum.; *E. antiquus,* Falc., *Bison priscus*, Boj., *Equus caballus fossilis,* Rütim., *Ursus spelæus,* Blum., *Hyæna spelæa*, Goldf.) ne se trouvent ailleurs que dans le quaternaire; dix espèces (*Elephas meridionalis*, Nesti, *Trogontherium Cuvieri*, Owen, *Cervus Sedgwickii*, Falc., *C. polignacus*, Roh., *C. Carnutorum*, Lang., *C. tetraceros*, Brav., *Hippopotamus major*, Owen, *Rhinoceros etruscus*, Falc., *Equus Stenonis*, Cocc., *Machairodus crenatidens*, Fabr.) ont été constatées aussi dans le Pliocène de Wiesbaden, de Peyrolles, de Saint-Prest, du Val d'Arno, etc.

On doit remarquer, entre autres, l'*Elephas meridionalis,* le *Rhinoceros*, le *Machairodus* (1). Le premier est très abondant dans le *Forest-bed*, mais seulement dans la partie inférieure (2). Sa coexistence avec l'*E. antiquus*, de même qu'au Monte-Mario, n'est pas douteuse. Il est impossible d'admettre que la présence de ces espèces qui ont survécu au Pliocène soit l'effet de confusions et de remaniements dans les couches, ou qu'il s'agisse de débris roulés (3) : ces fossiles ne font que nous dévoiler la répétition des faits observés en Italie et sont les derniers restes d'une faune qui avait déjà été remplacée presque entièrement par des êtres nouveaux. Les conclusions que l'on peut dériver des mammifères sont conformes à celles que nous avons

(1) M. Newton pense que le *M. crenatidens* du Pliocène et le *latidens* des cavernes de la Grande-Bretagne ne peuvent se distinguer; mais les canines, si caractéristiques dans le genre *Machairodus,* sont très différentes.

(2) Reid. Geol. ar. Cromer, p. 24, 27, 28, 29, 38, 39, 44.

(3) Reid. *Ibid.*, p. 44.

déduites des autres fossiles, et nous sommes autorisés à croire que le *Forest-bed* et le *Crag* de Weybourne équivalent exactement au Postpliocène inférieur et aux sables à *Cyprina islandica* de Monte-Mario, de Vallebiaia et de toute la Méditerranée.

Lyell réunissait le *Forest-bed* et la partie inférieure des dépôts glaciaires anglais dans son *Newer Pliocene;* d'autres, comme M. Reid, ont séparé le *Forest-bed* pour l'accoler au Pliocène. Par les motifs exposés, nous nous rangeons à l'avis de ceux qui rapportent tout le *Newer Pliocene* au Postpliocène.

Il est possible que l'on doive rapporter au Postpliocène inférieur l'un ou l'autre des gisements continentaux de l'Europe centrale où l'on n'a trouvé que l'*Elephas meridionalis*, mais ce serait certainement une erreur, ainsi que nous venons de le dire, que de supposer que ce pachyderme est caractéristique du Postpliocène, tandis qu'il est aussi un des représentants les plus communs du Pliocène typique.

§ 2. Postpliocène moyen.

Italie. — A peine plus récent que l'horizon à *Cyprina islandica* est celui à *Pecten pes-lutræ*, très étendu dans l'Italie méridionale, caractérisé par un nombre plus grand d'espèces polaires. Le *Pecten pes-lutræ* remplace maintenant dans l'Atlantique le *P. pes-felis* de la Méditerranée et sa présence dans cette dernière mer est rare et sporadique.

Je rapporte à cet horizon certaines couches à *Cyprina islandica* des Calabres, c'est-à-dire de Monasterace, des Carrubare, des Archi, de Musala, du voisinage de Rosano, de la Casa-delle-Fate près de Vallelonga.

Vallebiaia. — Dans l'Italie centrale et septentrionale,

je ne connais de représentants de l'horizon à *Pecten peslutræ* que dans les sables de Piazza près de Vallebiaia (Pise), à 88 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Sicile. — En Sicile, on doit certainement y rapporter les terrains de Monte-Pellegrino et de Ficarazzi près de Palerme, connus par les travaux du marquis de Monte, rosato ([1]), et quelques autres des environs de Messine-étudiés par Seguenza.

Par contre, je considérerais comme un peu plus récents les dépôts à *Strombus bubonius* de Bovetto et de Ravagnese en Calabre, les graviers et les sables à *Strombus* de Tarante ([2]), que M. Fuchs a attribués à tort au Pliocène typique, et enfin les sédiments à mollusques presque tous vivants et à brachiopodes de Gerace et Siderno, ceux des Pantani, les dépôts plus élevés de Gallina, ceux de Pavigliana, Prumo, Pentimele, Villa-San-Giovanni, Palmi, S. Nicola-di-Crissa, S. Angelo, S. Costantino-Calabro, Tono, Piscopio, Fondaco-del-Giudice, toutes localités de la Calabre.

Pianosa. — Les dépôts à *Strombus* couronnent aussi les terrains pliocènes de la petite île de Pianosa, près de la Toscane ([3]), qui probablement était déjà exhaussée. Il est probable qu'à ces dépôts à *Strombus* du littoral correspondent les brèches de l'intérieur à *Tachycampylæa*, sous-genre d'*Helix* tyrrhénien, éteint dans l'île, vivant dans la Corse.

([1]) T. Allery di Monterosato. Catalogo delle conchiglie fossili di Monte-Pellegrino e Ficarazzi (*Bol. com. geol.*, vol. VIII, 1877). — Relazione fra i molluschi del quaternario di Montepellegrino e di Ficarazzi e le specie viventi (*Boll. della Soc. sc. nat. ed ec. di Palermo*, 25 genn. 1891).

([2]) W. Kobelt. Verzeichniss der von mir bei Tarent gesammelten fossilen Conchylien. (*Jahrb. d. deut. malak. Gesellsch.*, I, 1874, p. 65.)

T. Fuchs. Die Tertiaerbildungen von Tarent (*Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss.* Wien, 1874.)

([3]) Simonelli. Terr e foss. di Pianosa.

Observations paléontologiques. — Dans tous ces dépôts à *Strombus*, avec une forme qu'on ne peut distinguer du *S. coronatus*, Defr., du Pliocène, il en apparaît une autre, le *S. bubonius*, qui vit maintenant dans les mers du Sénégal.

En réunissant les dépôts à *Pecten pes-lutræ* et à *Strombus*, bien que les premiers correspondent à la période de la plus grande extension des glaciers dans notre hémisphère, et les seconds au début de leur retraite, nous pouvons faire les remarques paléontologiques suivantes.

Quelques espèces pliocènes, aujourd'hui éteintes, se maintiennent, comme *Clavagella bacillum*, Broc., Monte-Pellegrino; *Neœra crispata,* Scac., Monte-Pellegrino; *Nucula placentina*, Lmk., Monasterace, Monte-Pellegrino, Ficarazzi; *Modiolaria sericea,* Bronn et *Plicatula mytilina*, Phil., Archi, Monte-Pellegrino; *Brocchia sinuosa,* Broc., Carrubbare, Monte-Pellegrino; *Strombus coronatus,* Def., Pianosa, Tarante.

Quelques autres formes actuellement éteintes survivent au Pliocène, mais un peu modifiées, par exemple : *Murex cœlatus,* Grat., Carrubbare; *Acanthina monachantos*, Broc., Filiceto près Vallelonga; *Mitra scrobiculata*, Broc., Bovetto ; sans compter les espèces regardées pour le moment comme nouvelles. Mais ce qui intéresse le plus, c'est le grand nombre d'espèces qui manquent au Pliocène et à la Méditerranée actuelle, mais qui vivent dans le Nord de l'Atlantique, comme *Waldheimia cranium*, Müll. (Messine, Gerace) signalée de la région lusitanienne à la Norwège, au Groënland, à l'Amérique boréale, au détroit de Behring, au Japon; *Pectunculus glycimeris,* L. (Monte-Pellegrino, Ficarazzi), qui vit des Canaries et de Madère à la Norwège occidentale; *Cyprina islandica*, Lmk. (Monte-Pellegrino, Ficarazzi);

Mactra solida, L. (Monte-Pellegrino, Ficarazzi), vivant dans l'Atlantique européen jusqu'au sud de la Norwège; *M. elliptica*, Brown (Barcellona en Sicile), de la région britannique à l'Islande, au détroit de Behring, à l'Amérique boréale; *Modiola modiolus*, L. (Carrubbare, Messine), dans l'Atlantique européen jusqu'en Islande, au Groënland, au Spitzberg, au détroit de Behring, à l'Amérique boréale; *Panopœa norvegica*, Speng. (Ficarazzi), Norwège et Shetland; *Dentalium entalis*, L. (Ficarazzi), Atlantique européen jusqu'en Islande; *Natica Montacuti*, Forb. (Ficarazzi), îles Britanniques; *Trochus crispulus*, Phil. (Monte-Pellegrino), Atlantique européen, non circumpolaire; *Turbo peloritanus*, Cant. (Monte-Pellegrino), Atlantique, non circumpolaire; *Rissoa substriata*, Phil. (Ficarazzi), Atlantique non circumpolaire. *Trichotropis borealis*, Brod, (Ficarazzi), de l'Angleterre à l'Islande, au Groënland, au détroit de Behring, à l'Amérique boréale; *Neptunea antiqua*, L. (Ficarazzi), Atlantique européen jusqu'à la Norwège méridionale; *Trophon truncatus*, Ström. (Messine), de la Grande-Bretagne au Spitzberg, au Groënland; *Borsonia Marini*, Lib. (Ficarazzi), Atlantique, non circumpolaire; *Cylichna alba*, Brown (Messine), des îles Britanniques au Spitzberg, au Groënland, à l'Amérique boréale, au Japon; *Pedicularia Deshayesiana*, Seg. (Messine), Atlantique, non circumpolaire; *Fissurisepta rostrata*, Seg. (Messine) golfe de Christiania; *F. papillosa*, Seg. (Messine), Atlantique européen; *Patella vulgata*, L. (Messine), Atlantique, jusqu'à la Norwège méridionale; *Puncturella noachina*, L. (Messine), des Iles Britanniques au Spitzberg, à l'Islande, au Groënland, à l'Amérique boréale, au Japon.

Les espèces qui suivent sont exlusivement arctiques [1]:

[1] O. Sars. Mollusca regionis arcticæ Norvegiæ. Christiania, 1878.

excepté les deux premières, elles se trouvent toutes aussi dans le crag pliocène de l'Angleterre : *Crenella decussata*, Mtg. (Monte-Pellegrino), indiquée des côtes occidentales de la Norwège au Spitzberg, au Groënland, à l'Amérique boréale : *Lima excavata*, Chemn. (Messine), Norwège, Finlande occidentale, Lofoden; *Tellina calcaria*, Chemn. (Ficarazzi), Atlantique boréal, Norwège méridionale, Islande, Spitzberg, Groënland, Amérique boréale ; *Mya truncata*, L. var. *uddevallensis* (Ficarazzi), cercle polaire, Norwège, Islande, Spitzberg, Groënland, Amérique boréale; *Pecten islandicus*, Müll., (Messine), Norwège septentrionale, Islande, Groënland, Spitzberg, Amérique boréale, mer de Behring; *Trachysma delicatum*, Phil. (Messine), Lofoden ; *Admete viridula*, Fab., (Monte-Pellegrino), Norwège, Islande, Groënland, Spitzberg, Amérique boréale, mer de Behring; *Buccinum undatum*, L. (Ficarazzi, Monte-Pellegrino, Oreto), polaire.

Non moins singulière, particulièrement dans les couches immédiatement supérieures à celles qui contiennent le plus d'espèces polaires, est la présence, révélée par Seguenza [1], d'espèces manquant au Pliocène et vivant actuellement dans les mers chaudes, surtout dans l'Atlantique sur la côte d'Afrique, telles que *Tornatina Knockeri*, Smith, (Bovetto), côte occidentale d'Afrique ; *Conus testudinarius*, Mart. (Bovetto, Ravagnese), îles du Cap Vert; *Terebra corrugata*, Lmk., var. *regina*, Desh. (Musala) Guinée ; *Triton ficoïdes*, Reeve (Ravagnese, Musala), Sénégal; *Natica orientalis*, Gmel. (Bovetto, Ravagnese, Musala), Océan indien; *N. porcellana*, d'Orb. (Bovetto, Ravagnese, Musala), Canaries; *Strombus bubonius*, (Pianosa, Tarante, Ravagnese), Sénégal ; *Diplo-*

[1] Form. terz. Reggio Cal.

donta Savignyi, Vaill., Mer Rouge ; *Loripes Smithii*, Seg. (Bovetto, Ravagnese), Canaries.

Lors du Pliocène, les espèces polaires habitaient déjà, ainsi que nous venons de le voir, les mers de la Grande-Bretagne ; de sorte que le chemin qu'elles ont dû faire pour descendre à la Méditerranée était bien moins long que celui qu'elles devraient faire aujourd'hui ; mais, selon toutes les apparences, les mers britanniques étaient déjà alors plus froides qu'à présent ; et d'ailleurs, ces circonstances, quelles qu'elles soient, n'amoindrissent point l'importance de l'apparition passagère de telles espèces dans la Méditerranée. Il n'est que trop naturel de voir un rapport intime entre leur arrivée du Nord par la voie des mers, l'immigration du Nord au Sud des mammifères continentaux, et la grandiose expansion des glaciers sur la terre ferme, attestée par tant de documents indiscutables. Par conséquent, j'ai toujours considéré les dépôts marins contenant la dite faune comme appartenant à la période du plus grand développement des glaciers. Cela n'empêche pas pourtant que quelque autre hypothèse ne puisse subsidiairement être adoptée pour expliquer aussi la présence d'espèces tropicales africaines, maintenant disparues de la Méditerranée, et l'introduction dans notre faune de quelques autres éléments tropicaux, comme la *Cassis sulcosa*, qui est restée l'hôte de nos mers. Si les communications entre la Méditerranée et l'Atlantique avaient été aussi restreintes pendant le Post-pliocène inférieur qu'elles le sont à présent, il est peu probable qu'une telle invasion d'espèces exotiques eût pu avoir lieu dans un temps relativement si court. Il se pourrait, par conséquent, ainsi que l'a supposé Seguenza, qu'à la fin du Pliocène une plus ample ouverture eût réuni les deux mers, probablement à travers l'Afrique, et eût

permis l'introduction des espèces tropicales et, sur une plus grande échelle, des espèces polaires que le climat avait déjà fait descendre à de basses latitudes dans l'Atlantique. Plus tard, les communications, resserrées et exhaussées, ont bouleversé le régime des courants et adouci le climat ; les formes polaires se sont retirées au loin dans l'habitation de leurs ancêtres, et les rares espèces tropicales, dépourvues de communication avec leurs mers natales, ont disparu presque en totalité.

Dans la Méditerranée occidentale on a trouvé des dépôts à *Strombus*, rappelant ceux de Pianosa et de Tarante, à Minorque et à Majorque dans les Baléares (1), en Algérie (2), et dans les environs de la Goulette près de Tunis, d'où j'ai eu des *Strombus* et plusieurs autres fossiles ramassés par M. Sigismondo Brogi. Selon M. Welsch, on doit considérer comme appartenant au même âge les couches très peu fossilifères du Sahel de Koléah et de Tipaza (3), et les sables et poudingues des environs d'Alger, à *Terebratula ampulla* et autres espèces non éteintes (4). Plusieurs autres indications de terrains semblables sur les côtes de l'Afrique ne sont pas suffisamment appuyées par la paléontologie.

Chypre. — A l'est de l'Italie, je ne connais que les couches à *Strombus* observées par M. Gaudry à la Scala

(1) A. de Lamarmora. Observations géologiques sur les deux îles Baléares. (*Mem. Ac. Sc. di Torino*, 1835.)

Haime. (*Bull. Soc. géol de France*, t. XII, p 734.)

Hermite. Etudes géologiques sur les îles Baléares. Paris, 1879, p. 289. (Ce *Strombus* est appelé *S. mediterraneus*, Duclos.)

(2) Fischer. Sur des *Srombus* recueillis par M. Pomel en Algérie. (*Bull. Soc. géol. de France*, 1878, s. 3, t. VI, p. 548.)

(3) Welsch. Le terrain pliocène de la vallée de l'Oued Nador. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XVI, 1889, p. 889.)

(4) Welsch. Sur les différents étages pliocènes des environs d'Alger. (*Bull. Soc. géol. de France*, s. 3, t. XVII, 1889, p. 136.)

et à Larnaca dans l'île de Chypre [1], où cependant on indique quelques espèces (*Conus Mercati, C. ponderosus, C. pyrula*) qui peuvent difficilement se rencontrer dans de tels terrains. Il n'y a pas lieu de parler ici des dépôts quaternaires plus récents, qui sont très étendus dans tout le pourtour de la Méditerranée orientale.

Iles Britanniques. — Ces terrains, contemporains, ainsi que nous l'avons dit, de la plus grande expansion des glaciers sur le continent, correspondent, hors de la Méditerranée, aux dépôts à *Leda myalis* et au *Drift* glaciaire avec faune et flore polaires des Iles Britanniques [2]. En Norwège aussi, particulièrement dans le fjord de Christiania [3], en Suède et en Finlande on trouve des dépôts synchronisables, à *Mya truncata*, *Saxicava rugosa, Buccinum groenlandicum*, espèces arctiques fossiles même en Italie, et autres formes polaires, à la hauteur de 163 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ils sont postérieurs aux remblais morainiques continentaux et sont recouverts à leur tour par des sédiments avec espèces plus méridionales, même méditerranéennes, que l'on peut rapporter par conséquent aux lits à espèces méridionales de la Méditerranée.

Allemagne. — En Allemagne on peut observer des terrains à *Cyprina islandica*, devant probablement se rapporter à la partie inférieure du Postpliocène, dans la Prusse occidentale, près Coberg et dans le Schleswig-Holstein [4].

Régions circumpolaires. — Au delà de l'Atlantique,

(1) A. Gaudry. Géologie de l'île de Chypre. (*Mém. Soc. géol. de France*, s. 2, t. VII, 1859, p. 210, 221.)

(2) Reid. Geol. ar. Cromer, p. 81 et suiv.

A. Geikie. Textbook of Geology, éd. 2, 1885, p. 897-904.

(3) M. Sars. Om de i Norge forekommende foss. Dryélevningen fra Quartärperiod. Christiania, 1865.

(4) A. Jentzsch. Die Lagerung der diluvial Nordseefauna bei Marienwerder. (*Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst.*, Berlin, 1882.)

Dames. Die Glacialbildungen d. norddeutschen Tiefebene, 1886.

dans l'Amérique boréale, il est bien remarquable de retrouver toutes les espèces arctiques méditerranéennes, ou à peu près, lesquelles, il est vrai, vivent encore dans ces régions, et qui sont très propres par conséquent à synchroniser, bien que non avec une absolue exactitude, les terrains américains et les européens, les africains et les asiatiques circumatlantiques et circumméditerranéens. En prenant pour point de départ ces terrains moins difficilement synchronisables, on pourra mieux établir, à l'avenir, même le parallélisme des terrains tertiaires de l'Amérique avec ceux de l'Europe.

Les dépôts à espèces arctiques de l'Amérique boréale environnent le Groënland; au N.-O. dans la terre de Grinnel (81°45'), la *Discovery* trouva des bancs à *Saxicava rugosa* et autres formes polaires à des milliers de pieds au-dessus de la mer. La *Mya truncata*, espèce glaciaire italienne, se trouve dans la Polaris-Bay (80°40') à 1800 mètres au-dessus de la mer (1). Au S.-E., M. Kornerup a recueilli *Mytilus edulis* et *Mya truncata* à 35 pieds au-dessus de la mer près du détroit de Björne. Steenstrup a ramassé la *Mya truncata* à 172 pieds dans le fjord de Disko (2). Je passe sous silence de nombreuses coquilles marines indéterminées, trouvées toujours à de grandes hauteurs. A l'île Baring, M. Clure a recueilli la *Cyprina islandica* à 500 pieds ; la même espèce est indiquée à l'extrémité septentrionale de la Boothia avec *Saxicava rugosa* et autres espèces, entre 100 et 500 pieds (3).

(1) Feilden. The posttertiary Beds of Grinnel-Land and North-Greenland. (*Ann. Mag. nat. hist*, 1877, p. 483.)

Bessels. (*Bull. soc. géograph.*, Mans, 1875, p. 291.)

(2) A. Kornerup. Geol. Jagttag fra Vestkysten of Grönland, 1879, p. 94.

K. J. V. Steenstrup. Bildrag til kjendskap til de geogn. og geogr. forholdi en des as N. Grönland. Meddeles, 1883.

(3) Haughton. Geological Account of the Arctic Arcipelago. (*Geol. soc. Dublin*, 1860.)

Tout autour de la baie de Hudson, Robert Bell a découvert les couches à *Saxicava rugosa* et autres espèces polaires jusqu'à 450 pieds de hauteur et bien à l'intérieur des vallées (1). On peut rapporter à ces dépôts ceux de l'époque de *Champlain* de Dana, le Postpliocène de Dawson, qui arrivent de la mer jusqu'au lac Ontario au Canada. Ils recouvrent cependant le *Drift* glaciaire, par conséquent ils sont peut-être un peu plus récents que les dépôts à espèces arctiques de la Méditerranée. Selon M. Packard (2), il y aurait une ou deux espèces de mollusques éteints. Des dépôts équivalents à ceux de *Champlain* ont été signalés aussi en Islande (3). D'un autre côté, ils rejoignent le Pacifique, traversent les mers de l'Amérique boréale et, avec bon nombre de fossiles identiques, descendent vers la Californie et se poursuivent au Kamtschatka, à la Sibérie septentrionale, à la Nouvelle-Zemble, au Spitzberg (4). Dans toutes ces régions, il y a des dépôts marins, situés parfois à des hauteurs considérables, pourvus d'espèces arctiques dont plusieurs arrivèrent jusqu'à la Méditerranée.

Il s'agit en général de formations très récentes, mais il y en a, sans doute, qu'on devra rapporter à l'âge que nous venons d'examiner. Au Spitzberg même, dans les couches exhaussées plus récentes, il y en a qui contiennent *Mytilus edulis*, espèce qui paraît s'arrêter de nos jours à des latitudes moins élevées (5).

(1) R. Bell. Comptes rendus des explorations des rivières Churchill et Nelson. (*Comm. géol. du Canada, Rapport*, 1878-79 et 1875-76, 1877-78, etc.)

(2) A. S. Packard. On the glacial Phenomens of Labrador and Maine. (*Mem. Boston soc. nat. hist.*, 1867, I.)

(3) H. Keilhac Ueber postglaciale Meeresablagerungen in Island. (*Zeitsch. d. geol. Ges.*, 1884).

(4) Suess. Ant. d. Erde, II, Abschnitt 12, 1888.

(5) O. Heer. Die Mioc. Flora und Fauna Spitzbergens. (*Svenska Akad. Handl.* 1870.)

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION. 201

CHAPITRE PREMIER. MIOCÈNE MOYEN. 203

Distribution des espèces littorales selon le degré de salure des eaux. . 207
Italie. 209
Faune littorale marine. 212
Faune laminarienne. 214
Faune coralligène 215
Faune des zones plus profondes 216
Classifications et subdivisions proposées. 218
Exemples stratigraphiques. 221
Alpes orientales. 227
Sicile 228

Tableau des terrains du miocène moyen de l'Apennin septentrional.

Ile de Malte. 229
Lampéduse. . . . . . »
Sardaigne. 230
Pianosa . . . . . »
Corse . . . . . »
Bassin du Rhône. . . . . . »
Espagne 233
Bassin atlantique. . . . . . »
Régions au nord des Alpes. 236
Autriche-Hongrie et péninsule des Balkans. 237
Bassins de la mer Noire et de la Caspienne. 247
Bassin du Vardar. 248
Bord oriental de l'Adriatique. 249
Grèce . . . . . »
Crète et Casos. 250
Absence supposée du miocène moyen dans le bassin Egéen. . . . . . »
Asie Mineure. 251
Côtes de l'Afrique. 252
Couches sarmatiques. 253

Pages.

CHAPITRE DEUXIÈME. MIOCÈNE SUPÉRIEUR. 265

Italie . . . . . »

Prétendues alternances marines. 269

Rapports stratigraphiques. 271

Sicile 272

France. 273

Espagne 274

Dépôts continentaux. . . . . »

Bassin atlantique. 276

Suisse 277

Autriche-Hongrie. 278

Bassins de la mer Noire et de la Caspienne. 280

Bassin Egéen. 282

Bords orientaux de l'Adriatique et de la mer Ionienne. 286

Rivages méridionaux de la Méditerranée. 287

Forme générale de la Méditerranée. 288

Considérations comparatives sur la faune. 289

Origine des gisements gypsifères. 298

La Méditerranée, mer intérieure. 302

Opinions des auteurs et historique. 305

Classification du terrain. 309

CHAPITRE TROISIÈME. PLIOCÈNE. 313

Italie . . . . . »

Distinction des faunes. 316

Subdivisions proposées. 319

Côte orientale de la mer Ionienne et de l'Adriatique. 326

Sicile 327

Pianosa 328

Corse . . . . . »

France. . . . . »

Faune des vertébrés de la France. 331

Allemagne. 337

Espagne 338

Bords méridionaux de la Méditerranée. . . . . »

Chypre. 340

Rhodes. . . . . »

Crète, Cerigo. 341

Cos. 342

Pages.

Versant Egéen de la Grèce. 346
Mers Noire et Caspienne. 348
Bassin du Danube. Couches levantines. 350
Conformation générale de la Méditerranée. 353
Hypothèses de M. Suess. 354
Essai d'un aperçu de la faune malacologique pliocène. 356
Pliocène de l'Atlantique. 367

CHAPITRE QUATRIÈME. POST-PLIOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN. 371

POST-PLIOCÈNE INFÉRIEUR. 371

Italie . . . . . »
Sicile 374
Observations paléontologiques. 375
Classifications proposées. 384
Baléares 385
Grèce 386
Archipel . . . . . »
Forest-bed de l'Angleterre. 387

POST-PLIOCÈNE MOYEN. 391

Italie . . . . . »
Sicile 392
Pianosa . . . . . »
Observations paléontologiques. 393
Chypre. 397
Iles Britanniques. 398
Allemagne. . . . . . »
Régions circumpolaires. . . . . . »

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

ABICH, miocène du bassin de la Caspienne et de l'Arménie, 248; *Clupea* du lac de Van, 294; croûtes de sels dans les lacs salés, 301; bassin Pontocaspien, 305.

ADRIATIQUE, miocène du bord oriental, 249; Tremiti, 249; Pelagosa, 287; pliocène de la côte orientale, 326; Tremiti, Pelagosa, 327; conformation pendant le pliocène, 354.

AFRIQUE, miocène moyen, 252; miocène supérieur, 287; pliocène, 338; post-pliocène moyen 397.

AGASSIZ, sur l'île de Crète, 286.

AIX, groupe, 232.

ALBANIE, miocène, 249, 286; pliocène, 326.

ALLEMAGNE, pliocène continental, 337; pliocène marin, 368; post-pliocène, 398.

ALPES MARITIMES, miocène moyen, 230; miocène supérieur, 273.
ALPES ORIENTALES, miocène moyen, 227.

AMÉRIQUE BOREALE, post-pliocène, 399.

ANDROUSSOW, couches mœotiques de la Russie, 253; dépôts à *Adacna* de la Roumanie, 280; âge prépontique, 272, 309; gypses de l'Italie, 272; communications entre la mer Noire et la Caspienne, 348; faune actuelle de la mer Noire, 349.

ANGELOT, lacs et bassins circum-méditerranéens, 305.

ANGLETERRE, manque du miocène moyen, 236; pliocène, 368; rapports de la faune pliocène de l'Atlantique et de la Méditerranée, 368; *Forest-bed*, 387; flore, 387; invertébrés, 388; vertébrés, 389; dépôts à *Leda myalis* et *Drift* glaciaire, 398.

APENNIN SEPTENTRIONAL, tableau des terrains du miocène moyen, 228; tableau du miocène supérieur, 268.

APPELIUS, mollusques post-pliocènes de Livourne, 373.

AQUITANIEN de la vallée de la Bormida, 221; du Stilaro, 224.

ARALO-CASPIENNES, couches, 281.

ARCHIPEL TURC, miocène supérieur, 285, 286; pliocène, 342.

ARNAUD, sur le bassin du Rhône, 231.

ARNUSIEN, étage, 323, 336, 385.

ASIE MINEURE, miocène moyen, 251; miocène supérieur, 286.

ASTIEN, sables, 216, 229, 241; étage 320, 321, 324, 325, 326, 385.

AUTRICHE-HONGRIE, miocène moyen, 237; ses divisions, 238; *Horner Schichten*, 240; mollusques de Molt, Gauderndorf, Loibersdorf, Korod, 241; Grund, 242; *Schlier*, 243; *Congerien-Schichten*, 278; Pelagosa, 287; pliocène de Pelagosa, 327; du bassin du Danube, 350.

AYMARD, faune pliocène de l'Auvergne, 335.

BADENER TEGEL, 238.

BADENIN, sous-étage, 220.

BAER, profondeur de la Caspienne, 304.

BALÉARES, miocène moyen, 233 ; post-pliocène inférieur, 385 ; dépôts à *Strombus*, 397.

BALTZER, miocène de la Suisse, 237.

BASSIN ATLANTIQUE, miocène moyen, 233 ; miocène supérieur, 276 ; pliocène, 367 ; post-pliocène inférieur, 387 ; communication avec la Méditerranée pendant le post-pliocène, 396 ; post-pliocène des îles Britanniques, de la Scandinavie, de l'Allemagne, des régions circumpolaires, 398.

BASSIN DU RHONE, miocène moyen, 231 ; miocène supérieur, 273.

BELGIQUE, pliocène, 367.

BELL, R., post-pliocène de la baie de Hudson, 400.

BELVEDER-SCHOTTER, 279.

BENOIST, faluns de la Gironde, 235 ; pliocène des Landes, 331.

BERTRAND, couches gypseuses de la province de Grenade, 274 ; couches à *Hipparion*, 285.

BEUDANT, sur la vitalité des mollusques, 295.

BLEICHER, miocène de l'Afrique, 252.

BITTNER, division du miocène moyen, 239, 240 ; faune de Grund, 242 ; faune sarmatique, 262 ; pliocène de Cos, 344.

BOLDÉRIEN, système, 236.

BORMIDIEN, 219, 221.

BOSNIE, 246.

BOUÉ, miocène de la Macédoine, 247 ; de l'Albanie, 249, 286.

BOULE, faune de l'Auvergne, 335.

BOYD DAWKINS, couches à *Hipparion*, 285.

BRAVARD, faune de l'Auvergne, 335.

BROGI, mollusques pliocènes de la Tunisie, 340 ; mollusques post-pliocènes de la Tunisie, 397.

BROSSARD, miocène de l'Afrique, 252.

BUCQUOY, mollusques de la Méditerranée, 376.

BUKOWSKI, miocène de Casos, 250 ; pliocène de Rhodes, 341.

CALCARA, sur le calcaire de Lampéduse, 229.

CAPELLINI, gypses de la vallée de la Fine, 270 ; faune de Monte-Mario, 373.

CAREZ, miocène moyen de la Catalogne, 233.

CASOS, miocène moyen, 250.

CASPIENNE, miocène moyen, 247, 248 ; sarmatique, 254 ; miocène supérieur, 280 ; pliocène, 348.

CÉPHALONIE, miocène, 250, 287 ; pliocène, 327.

CERIGO, pliocène, 341.

CERIGOTTO, pliocène, 342.

CETTINJA, bassin saumâtre, 246.

CHAINE MÉTALLIFÈRE de la Toscane, 212.

CHAMPLAIN, époque, 400.

CHYPRE, miocène moyen, 251 ; gypses, 286 ; pliocène, 340 ; post-pliocène, 397.

COCCONI, sur le Tabian, 323; couches à *Cyprina* de l'Emilie, 371.

CONGERIEN-SCHICHTEN, 278.

CONTI, faune de Monte Mario, 373.

COPPI, étage Tabian, 323, 324.

COQUAND, miocène de l'Afrique, 252.

CORFOU, gypses, 287; pliocène, 327.

CORSE, miocène moyen, 230; miocène supérieur, 273; pliocène, 328.

COS, pliocène, 342, 386 ; post-pliocène, 386.

CRAGS, corallin, rouge, fluvio-marin, 368 ; de Weibourne, 387, 389.

CRÈTE, miocène moyen, 250 ; miocène supérieur, 286 ; pliocène, 341.

CROIZET et JOBERT, faune pliocène de l'Auvergne, 335.

CROMÉRIN, sous-étage, 323.

CROSSE, pliocène de l'Algérie, 339.

DAMES, sur le miocène moyen de la Vénétie, 227.

DANA, époque de *Champlain*, 400.

DAUTZENBERG, mollusques de la Méditerranée, 376.

DAWSON, post-pliocène du Canada, 400.

DE BOSNIACKI, gypses du Gabbro, 270 ; horizon gypseux, 272 ; poissons des sources thermales, 293 ; faune du miocène supérieur des monts de Livourne, 298 ; origine des gypses, 299.

DE CHRISTOL, sur le bassin du Rhône, 231, 330.

DE CORTAZAR, couches gypseuses de Concud, 274.

DE FOLIN, faune d'Ossegor, 294.

DELAGE, pliocène de l'Afrique, 339.

DE LAPPARENT, sur l'âge des couches à *Hipparion*, 284.

DEL PRETE, mollusques de la Méditerranée, 376.

DEPÉRET, couches à *Hipparion*, 285 ; faune du Roussillon, 332 ; de l'Auvergne, 335 ; vertébrés pliocènes, 336.

DEPONTAILLER, pliocène de Cannes, 328.

DE ROUVILLE, astien, 320.

DE SAPORTA, empreintes des tufs pliocènes, 330.

DE SERRES, pliocène de la France, 330.

DESHAYES, pliocène de la Morée, 327.

DEUXIÈME ÉTAGE MÉDITERRANÉEN, 226, 238, 242, 243, 244, 245, 263.

DE VERNEUIL, pliocène de l'Algérie, 339 ; pliocène de Taman, 348.

DEVÈZE et BOUILLET, faune pliocène de l'Auvergne, 335.

DI STEFANO, mollusques post-pliocènes de Sciacca, 374, 385.

DODERLEIN, sur l'étage Tabian, 323 ; sur l'astien, 324.

DOLLFUSS, miocène de la Suisse, 237.

DUMORTIER, sur le bassin du Rhône, 231.

DÜRNTENIN, sous-étage, 323.

DYBOWSKI, mollusques du Baïkal, 365.

ÉGÉE, mer ; miocène, 249 ; absence supposée du miocène moyen, 250 ;

miocène supérieur, 282 ; pliocène, 341, 346, 347, 348, 354.

ÉGYPTE, miocène moyen, 252; pliocène, 340.

EHRENBERG, foraminifères de la Mer Morte, du lac de Texcoco, 296.

ELEPHAS MERIDIONALIS, faunes dont il fait partie, 319, 336, 383, 390.

EPPELSHEIM, miocène supérieur, 280.

ERDMANN, lac d'Elton, 296.

ESPAGNE, miocène moyen, 233; miocène supérieur, 274; ses dépôts continentaux, 274; pliocène, 338.

FALCONER, faune de Saint-Prest, 337.

FALUNS, 234, 235, 277, 320.

FAUNE des eaux saumâtres, 207; des étangs, des lagunes, des salines de la Méditerranée et de la Mer Noire, 260; des eaux thermales, salines, saumâtres, très salées, 290; actuelle de la Mer Noire, 349; de la Vénétie, du Gargano, de la Dalmatie, 355; mollusques des mers polaires arctiques, 356, 393; de l'Atlantique, 356, 361, 395; de la Mer Rouge, 359; de l'Océan pacifique, 360; des Antilles, 360; mollusques continentaux de l'Afrique centrale, du Nyassa, du Baïkal, 365; mollusques terrestres de l'Europe, 366.

FILOSTRATUS, mammifères de Cos, 346.

FISCHER, zones de profondeur de la mer, 204, 207; bassin du Rhône, 231 ; mollusques de l'Atlantique, 357; *Cardita rhodiensis*, 379, 387.

FONTANNES, zones de profondeur de la mer, 207 ; miocène moyen du bassin du Rhône, 231 ; groupe de Visan, 232 ; miocène supérieur du bassin du Rhône, 273 ; ses dépôts continentaux, 275 ; tortonien, 276, pliocène du bassin du Rhône, 329, 330.

FORBES, zones de profondeur de la mer, 204 ; la Méditerranée orientale, 305 ; pliocène de Cos, 343, 344, 345.

FOREST-BED, 368, 385, 387, 389, 390, 391.

FORSYTH-MAJOR, miocène de Casos, 250 ; couches à *Hipparion*, 285 ; Samos, 285 ; Carpathos, 286 ; *Melanopsis* vivant à Samos et à Kalymnos, 292 ; faune de Montpellier, 333 ; faune de Mosbach, 338 ; pliocène de Rhodes, 340 ; pliocène de Cerigo, 342 ; pliocène de Cos, 342, 343, 344, 346.

FOSSANIEN, sous-étage, 322.

FRANCE, miocène moyen de la Corse, 230 ; des Alpes maritimes, 230; du bassin du Rhône, 231 ; du bassin de la Gironde, 234 ; de la Touraine et des côtes atlantiques en général, 236 ; du Dauphiné et de la Savoie, 237 ; miocène supérieur, 273 ; dépôts continentaux, 274 ; bassin atlantique, 276 ; pliocène de la Provence, 328 ; du bassin du Rhône, 329 ; du Roussillon, 331 ; du centre, 331 ; faune des vertébrés pliocènes, 331 ; faune pliocène de l'Auvergne, 335 ; pliocène du bassin atlantique, 367.

FUCHS, zones de profondeur de la mer, 207 ; miocène moyen de l'Italie, 215 ; le *Schlier*, 218 ; calcaires à bryozoaires des Marches et des Romagnes, 222 ; faune de Sciolze, 224, 225 ; équivalence du Tortonien et de l'Helvétien, 226 ; miocène moyen de la Vénétie, 227 ; faluns de la Gironde, 235 ; miocène moyen de l'Autriche-Hongrie, 239 ; faune des *Horner Schichten*, 241 ; faune de Grund, 243 ; vertébrés du miocène moyen, 244 ; miocène de Zante, 250 ; miocène moyen de la Lybie, 252 ; mollusques de l'étage sarmatique, 254; analogies avec les

mollusques de la mer Noire, 260 ; caractère de la mer Sarmatique, 261 ; formation et faune de Pikermi, 282, 283, 284, 285 ; gypses de Zante, 287 ; miocène supérieur, 311 ; faune à *Mastodon* et à *Elephas* du pliocène, 318, 319 ; pliocène de l'Italie méridionale 325 ; faune de Mosbach, 338 ; pliocène de Cos, 345 ; pliocène de la Grèce, 346, 347; de la Hongrie, 351, 352 ; post-pliocène inférieur de la Grèce, 386 ; couches à *Strombus* de Tarante, 392.

GAUDRY, sur le bassin du Rhône, 231 ; faune à *Hipparion gracile*, 275 ; faune de Pikermi, 282, 283, 285 ; faune du miocène supérieur, 310 ; faune de Montpellier, 333 ; pliocène de Chypre, 340 ; post-pliocène de Chypre, 397.

GERVAIS, sur le bassin du Rhône, 231, 330 ; faune de l'Auvergne, 335 ; faune de Saint-Prest, 337.

GIRONDE, bassin du miocène moyen, 234.

GÖBEL, lac d'Elton, 296.

GORCEIX, pliocène de Cos, 343, 344, 345, 346.

GRANDE CANARIE, miocène moyen, 234.

GRAS, sur le bassin du Rhône, 231.

GRÈCE, miocène moyen, 249 ; Céphalonie, 250, 287 ; Zante, 250, 287 ; miocène supérieur, 282 ; faune de Pikermi, 282 ; Corfou, 287 ; pliocène de Stamna, 326 ; Morée, Zante, Céphalonie, Corfou, 327 ; Cerigo, 341 ; Cerigotto, 342 ; versant Egéen, 346 ; post-pliocène inférieur, 386.

GRUND (couches de), 242.

GRUNDIN, sous-étage, 242.

GUTZWILLER, miocène de la Suisse, 237.

GWYN JEFFREYS, zones de profondeur de la mer, 204, 207 ; mollusques du lac Stennis, 291 ; mollusques de la Méditerranée, 376.

GYPSES du miocène supérieur ; leur origine, 298 ; proportion du gypse dans les eaux de la mer, 300.

HAIME, sur les Baléares, 233.

HAMILTON, gypses de Céphalonie, 287.

HÉBERT, faluns de la Gironde, 235 ; couches à *Hipparion*, 285.

HELVÉTIEN de Superga, 213 ; étage, 215, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 229, 230, 232, 235, 236, 237, 238, 239, 242, 245, 247, 250, 263, 269, 277, 325 ; premier, 238.

HERMITE, sur les Baléares, 233.

HERZÉGOVINE, 246.

HILBER, miocène moyen de l'Autriche-Hongrie, 239 ; faune sarmatique, 262.

HOCHSTETTER, miocène de la Thrace, 248 ; absence supposée du miocène moyen dans le bassin Egéen, 250 ; étage *Pontique*, 281 ; couches *Levantines*, 353.

HOERNES, M., miocène de l'Albanie, 249 ; étage néogène, 311.

HOERNES, R., sur le miocène moyen de la Vénétie, 227, de l'Autriche-Hongrie, 239 ; *Cardium Kübecki*, 242 ; vertébrés du miocène moyen, 244 ; caractères de la mer Sarmatique, 261.

HOLLER, sur le *Schlier*, 243.

HORNER SCHICHTEN, 232, 235, 238 ; leur faune, 240, 241, 242, 243, 245, 263, 325.

ITALIE, miocène moyen ; sa distribution, 209 ; fossiles des eaux saumâtres,

210 ; messinien inférieur, 212 ; faune littorale marine, 212 ; helvétien, 213, 215 ; faune de Superga, 213 ; faune laminarienne, 214 ; calcaire de Rosignano, 215 ; Serravallien, 215 ; faune coralligène, 215 ; Tortonien 216 ; faune des zones plus profondes, 216 ; Langhien, 218 ; exemples stratigraphiques, 221 ; Alpes orientales, 227 ; Tableau du miocène moyen de l'Apennin septentrional, 228 ; Sicile, 228 ; Lampéduse, 229 ; Lampione, 230 ; Sardaigne, 230 ; Pianosa, 230 ; Tremiti, 249 ; miocène supérieur, 265 ; sa faune, 266 ; gypses de la Campagne romaine, de Sogliano, 270 ; rapports stratigraphiques, 271 ; faune du Casino, 334 ; pliocène, 312 ; Val-d'Arno, 314, 334 ; subdivisions proposées, 319 ; Sicile, Tremiti, 327 ; Pianosa, 328. Post-pliocène inférieur de l'Emilie, 371 ; Toscane, 372 ; Monte Mario, 373 ; Calabres, Sicile, 374 ; post-pliocène moyen des Calabres, Vallebiaia, 391 ; Sicile, Pianosa, 392.

JAMESON, pliocène de Cerigo, 342.

JEFFREYS, V. Gwyn Jeffreys.

JENKINS, sur la Méditerranée orientale, 305.

JOLY, mollusques de la Méditerranée, 376.

JULIEN, faune de l'Auvergne, 335.

KILIAN, couches gypseuses de la province de Grenade, 274.

KIRCHBERGER SCHICHTEN, 238, 245, 311, 325.

KONTKIEVICS, couches gypseuses de la Pologne, 281.

KORNERUP, post-pliocène du détroit de Björne, 399.

LAMPÉDUSE, miocène moyen, 229.

LAMPIONE, miocène moyen, 230.

LANGHIEN, étage, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 230, 233, 238, 239 ; synonyme du Zanclèen inférieur, 229 ; Gironde, 235 ; Autriche-Hongrie, 243, 244, 245, 252, 263, 325.

LANKASTER, *Elephas* du *Crag* rouge, 370.

LARTET, bassin Ponto-Caspien, 306 ; faune de Saint-Prest, 337.

LAUGEL, faune de Saint-Prest, 337.

LEITHA, calcaire, 215, 238.

LE MESLE, *Cardium* d'El Iskeus, 294.

LEVANTIN, étage, 353.

LINDER, faluns de la Gironde, 235.

LOCARD, sur le bassin du Rhône, 231, 330.

LÓCZY, pliocène de Pelagosa, 327.

LYDEKKER, âge des couches à *Hipparion*, 284 ; dépôts de Ouadi-Halfa, 310.

LYELL, division du miocène, 218 ; faune à *Dinotherium*, 309 ; divisions du pliocène et du post-pliocène, 384, 385 ; *Newer pliocene*, 384, 387, 391.

LYNCH, profondeur de la mer Morte, 304.

MAC ANDREW, mollusques de la mer Rouge, 359.

MADÈRE, miocène moyen, 234.

MAJOR, V. Forsyth Major.

MALTE, miocène moyen, 229.

MANTOVANI, pliocène de l'Italie méridionale, 325 ; faune de Gallina, 374.

MANZONI, miocène de Crète, 250 ;

faune post-pliocène de Vallebiaia, 373, 384.

MARAGHA, faune miocène, 281.

MARION, zones de profondeur de la mer, 204.

MARMARA (mer de), miocène, 249; sarmatique, 253.

MARTINS, faune du Tsary-Kamich, 293.

MATHÉRON, sur le bassin du Rhône, 231.

MAYER, sur le Messinien, 324; inférieur ou premier, 212, 220, 263, 308; Grundin, 213; Helvétien, 215, 219; Tortonien, 216, 219; Langhien, 218, 219; sur la vallée de la Bormida, 219; sur le Badenin, 220; sur le Stazzanin, 220; sur l'Aquitanien de la Bormida, 221; classification des faluns de la Gironde, 235; miocène de la Suisse, 237; de l'Autriche, 239; gypses de Stazzano, 269; Plaisancien, 320, 321, 324; Arnusien, 323, 385; Dürntenin, 323; Cromerin, 323; couches de l'Ouadi-el-Mellaha, 340.

MÉDITERRANÉE, forme générale dans le miocène supérieur, 288; faune du miocène supérieur, 289; sa clôture pendant le miocène supérieur, 302; comparaisons avec d'autres bassins fermés, 303; conformation pendant le pliocène, 353.

MELI, faune du Monte Mario, 373, 384; sur la *Cyprina islandica*, 379.

MER NOIRE, miocène moyen, 247, 248; sarmatique, 253; miocène supérieur, 280; pliocène, 348.

MESSINIEN, 227, 270, 324; inférieur ou premier, 212, 220, 221, 223, 225, 226, 238, 263.

M'. CLURE, post-pliocène de l'île Baring, 399.

MICHAUD, pliocène du bassin du Rhône, 330.

MIDDENDORF, faune du golfe de Bothnie, 291.

MIOCÈNE MOYEN, Italie, 209; Alpes orientales, 227; tableau du miocène moyen de l'Apennin septentrional, 228; Sicile, 228; Malte, 229; Lampéduse, 229; Lampione, 230; Sardaigne, 230; Pianosa, 230; Corse, 230; bassin du Rhône, 230; Espagne, 233; bassin atlantique, 233; régions au nord des Alpes, 236; Autriche-Hongrie et péninsule des Balkans, 237; bassins de la mer Noire et de la Caspienne, 247; bassin du Vardar, 248; bord oriental de l'Adriatique, 249; Tremiti, 249; Montenegro, 249; Albanie, 249; Grèce, 249; Céphalonie, 250; absence supposée dans le bassin Egéen, 250; Asie mineure, 251; Chypre, 251; Syrie, 251; côtes de l'Afrique, 252; couches sarmatiques, 253; leur faune, 255; affaissements supposés, 263; faune des mollusques, 361.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR, Italie, 218, 265; faune, 266; tableau systématique, 268; prétendues alternances marines, 269; rapports stratigraphiques, 271; France, 273; Espagne, 274; dépôts continentaux de la France et de l'Espagne, 274; bassin atlantique, 276; Suisse, 277; Autriche-Hongrie, 278; Eppelsheim, 280; bassin Egéen, 282; Asie mineure, 286; bords orientaux de l'Adriatique et de la mer Ionienne, 286; rivages méridionaux de la Méditerranée, 287; forme générale de la Méditerranée, 288; sa clôture, 302; origine des gisements gypsifères, 298; questions sur la classification, 309; rapports de la faune avec le miocène moyen et le pliocène, 310.

MIO-PLIOCÈNE, étage, 311.

MOLLASSE (obere meeres —), 237; (obere süsswasser), 277.

MONTENEGRO, miocène, 249.

MONTEROSATO, zones de profondeurs de la mer, 204, 205 ; mollusques de la Méditerranée, 376 ; faune de Monte-Pellegrino et Ficarazzi, 392.

MORTILLET, faune de Saint-Prest, 336.

MOUSCHKETOW, sur le miocène du Turkestan, 248.

MUNIER-CHALMAS, couches à *Hipparion*, 285.

MURCHISON, couches aralo-caspiennes, 281.

MUSCHELSANDSTEIN, 237.

NÉOGÈNE, étage, 311.

NEUMAYR, couches à *Melanopsis* et à *Fossarulus*, 246 ; miocène supérieur du bassin du Rhône, 273 ; couches à *Dreissensia* de la Grèce, 282 ; la Méditerranée pendant le miocène supérieur, 307, 308 ; faunes à *Mastodon* et à *Elephas* du pliocène, 318 ; couches de l'Ouadi-el-Mellaha, 339 ; pliocène dans la mer Egée, 342 ; pliocène de Cos, 343, 344, 345, 386 ; pliocène de Livonates, 347 ; pliocène de la Transylvanie, 350; de la Slavonie, 351, 352 ; communications entre l'Europe et l'Amérique, 366 ; faunes arctiques du post-pliocène inférieur, 388.

NEWER PLIOCENE, 384, 387.

NEWTON, vertébrés du *Forest-bed* et du *Crag* de Weybourne, 389.

NICAISE, pliocène de l'Afrique, 339.

NÖGGERATH, origine des gypses, 299.

OENINGHIEN, étage, 277, 278.

PACKARD, dépôts du *Chaimplain*, 400.

PALADILHE, mollusques des eaux thermales et salines, 290 ; mollusques pliocènes du bassin du Rhône, 330.

PALLAS, *Mastodon* de l'Oural, 349.

PANNONIEN, étage, 281.

PANTANELLI, bathymétrie des mollusques pliocènes, 205 ; la Méditerranée dans le miocène supérieur, 308 ; le Tabian, 323 ; sur la *Cyprina islandica*, 379.

PARETO, le Serravallien, 215, 219 ; le Tortonien, 216, 219 ; le Langhien, 218, 219 ; sur la vallée de la Bormida, 218 ; le Bormidien, 219 ; le Plaisancien, 219, 321 ; classification du miocène moyen, 221 ; le Villafranchien, 321, 322.

PARTSCH, gypses de Corfou, 287.

PELAGOSA, gypses, 287 ; pliocène, 327.

PÉNINSULE DES BALKANS, miocène moyen, 237 ; bassin d'Usküb, 247 ; vallées du Struma et du Indz e Karasou, 247 ; bassin du Vardar, 248 ; miocène supérieur d'Ypek, 286 ; de Lus-Han, 287; pliocène du Drin, 326.

PÉRON, miocène de l'Afrique, 252 ; pliocène de l'Afrique, 339.

PHILIPPI, mollusques post-pliocènes de Sciacca, 375.

PHILIPPSON, post-pliocène inférieur de la Grèce, 386.

PIANO GESSOSO de l'Italie, 270, 272, 277.

PIANOSA, miocène moyen, 230 ; pliocène 328; post-pliocène moyen, 392.

PIKERMI, conglomérats et faune, 282.

PLAISANCIEN, marnes, 216, 219, 229; étage, 320, 321, 324, 325, 326.

PLEISTOCÈNE, 384.

PLIOCÈNE, Italie, 312 ; Val-d'Arno et sa faune, 314 ; faunes des différentes zones, 316 ; subdivisions proposées, 319 ; Sicile, 327 ; Tremiti, 327 ; Pianosa, 328 ; Grèce, 327, 346 ; Albanie. 326 ; mer Ionienne, 327 ; Pelagosa, 327 ; Corse, 328 ; France, 328 ; faune des vertébrés de la France, 331 ; Allemagne, 337 ; Espagne, 338 ; Afrique, 338 ; Chypre, 340 ; Rhodes, 340 ; Crète, Cerigo, 341 ; Cerigotto, 342 ; Cos, 342 ; mers Noire et Caspienne, 348 ; bassin du Danube, 350 ; conformation de la Méditerranée, de l'Adriatique, de la mer Tyrrhénienne, de l'Egée, 354 ; rapports de la faune malacologique, 356 ; Portugal, 367 ; bassin Atlantique, 367 ; Belgique, 367 ; Angleterre, 368 ; faune pliocène de l'Atlantique et de la Méditerranée, 368 ; mammifères du pliocène anglais, 370.

POHLIG, faune de Mosbach, 337.

POMEL, miocène de l'Afrique, 252 ; faune pliocène de l'Auvergne, 335 ; pliocène de l'Afrique, 339.

PONTIQUE, étage, 276, 281.

PONZI, faune de Monte Mario, 373, 384.

POST-PLIOCÈNE MOYEN, Italie, 391 ; Sicile, Pianosa, 392 ; observations paléontologiques, 393 ; Baléares, Afrique, Chypre, 397 ; Iles Britanniques, 398 ; Norwège, Suède, Finlande, Allemagne, régions circumpolaires, 398 ; Amérique boréale, 399, Spitzberg, 400.

POST-PLIOCÈNE INFÉRIEUR, Italie, 371 ; Livourne, 372 ; Vallebiaia, Monte Mario, 345, 373 ; Gallina, 374 ; examen des faunes malacologiques littorales et coralligènes, 382, des crustacés, 381, des mammifères, 383 ; classifications proposées, 384 ; Baléares, 385 ; Grèce, Archipel, 386 ; *Forest-bed* de l'Angleterre, *Crag* de Weybourne, 387.

POTIER, faune de l'Auvergne, 335.

PREMIER ÉTAGE MÉDITERRANÉEN, 224, 225, 232, 237, 238, 242, 243, 244, 245, 263.

PRÉPONTIQUE (âge), 272, 309.

QUATRIÈME ÉTAGE MÉDITERRANÉEN, 385.

RAULIN, la Méditerranée orientale, 305.

RAYNEVAL, mollusques post-pliocènes de Monte Mario, 373.

REID, sur le *Forest-bed*, 391.

RENOU, miocène de l'Afrique, 252 ; pliocène de l'Algérie, 339.

RHODES, pliocène, 340 ; post-pliocène, 386.

RISTORI, faune du Casino, 333 ; faune de Monte Mario, 373.

ROBECCHI, miocène moyen de Siouah, 252.

ROLLE, faune des *Horner Schichten*, 241.

ROSE, lac d'Elton, 296.

ROSIGNANO (calcaires de), 215.

ROTH, origine des gypses, 299.

ROUMANIE, miocène supérieur, 280 ; pliocène, 350.

RUSSIE, miocène moyen, 247 ; sarmatique, 253 ; miocène supérieur, 280, 281 ; pliocène, 348, 351.

RZEHAK, miocène moyen de l'Autriche-Hongrie, 239.

SACCO, sur les faunes de Sant'Agata et de Stazzano, 220 ; sables du Poggio, 269 ; sur le Villafranchien, 322 ; sur le Fossanien, 322.

SAHARIEN, étage du post-pliocène, 384.

SALURES de l'étang d'Orbetello, 261 ;

de la Mer d'Azow, 261 ; du Siwasch, 261 ; du golfe de Bothnie, 291 ; du lac Pyramide, 291 ; de la mer d'Aral, de la Caspienne, de la mer Noire, de la Méditerranée, 261, 293 ; du Mertwyi-Kultuk, du Karassou, du Karabugas, 293 ; du lac de Van, 294 ; du lac d'Elton, 296 ; du Grand Lac Salé, 297 ; du Borax-Lake, 297 ; du Djebel Usdom, 297.

SAMOS, miocène supérieur, 285.

SANDBERGER, mollusques pliocènes du bassin du Rhône, 330.

SANT'AGATA, faune, 220.

SARDAIGNE, miocène moyen, 230 ; manque du miocène supérieur, 273.

SARMATIQUE, étage, 249, 253, 254, 272, 325.

SAVI, sur la Chaîne métallifère, 212.

SCALDISIEN, étage, 368.

SCHLIER, 218, 224, 238, 243, 244, 245, 263, 325.

SCHMIDT, communications de la mer Sarmatique, 262.

SCIOLZE, sa faune, 224.

SEGUENZA, zones de profondeur de la mer, 207 ; assises de Stilo et Guardavalle, 223 ; grès du Stilaro, 224 ; Zancléen, 228, 229, 250, 263, 324 ; Astien, 324 ; pliocène de l'Italie méridionale, 325 ; faune post-pliocène de Gallina, 374, 382 ; sur la *Cardita revoluta*, 379 ; Astien supérieur, 385 ; mollusques des mers chaudes fossiles dans le post-pliocène moyen, 395 ; communications entre l'Atlantique et la Méditerranée, 396.

SERBIE, pliocène, 350.

SERRAVALLIEN, étage, 215, 219.

SICILE, miocène moyen, 228 ; miocène supérieur, 272 ; pliocène, 327 ; post-pliocène inférieur, 374 ; post-pliocène moyen, 392.

SIMONELLI, division du miocène moyen, 239.

SINTZOW, sur l'étage sarmatique de la Russie, 253.

SOKOLOFF, sur l'étage sarmatique de la Russie, 253.

SPRATT, sur la Méditerranée orientale, 305 ; tertiaire de Crète, 341.

STACHE, Pelagosa, 287, 327.

STAZZANIN, sous-étage, 220.

STAZZANO, faune, 220.

STEENSTRUP, mollusques des sources thermales de l'Islande, 291 ; post-pliocène de Disko, 399.

STEFANESCU, miocène supérieur de la Roumanie, 280 ; pliocène de la Roumanie, 350.

STUR, division du miocène moyen, 239 ; pliocène de Pelagosa, 327.

SUESS, premier étage méditerranéen, 226 ; deuxième étage méditerranéen, 226, 263 ; miocène moyen de la Vénétie, 227, 245 ; faluns de Bazas et Mérignac, 234, 245 ; division du miocène moyen, 238 ; sur le *Schlier*, 243, 245, 263 ; vertébrés du miocène moyen, 244 ; absence supposée du miocène moyen dans le bassin Egéen, 250 ; habitat des *Ostreæ*, 260 ; faune sarmatique, 262 ; affaissements pendant le miocène, 264 ; horizon gypseux de l'Italie, 272 ; bassin des *Congerien Schichten*, 278 ; bassins Pannonien et Ponto-Caspien, 305 ; la Méditerranée dans le miocène supérieur, 308 ; conformation de la Méditerranée pendant le pliocène, 354 ; quatrième étage méditerranéen, 385.

SUISSE, miocène moyen, 237; miocène supérieur, 277.

SUPERGA, sa faune, 213.

SYLT, miocène moyen, 236.

SYRIE, miocène moyen, 251.

TABIAN, étage, 323, 324, 325.

TARAMELLI, *marne scialbe*, 218.

TCHIHATCHEFF, miocène de la Thrace, 248.

TERRIGI, faune de Monte Mario, 373.

THOMAS, faune des eaux saumâtres d'Ouargla, 292; pliocène de l'Algérie, 339.

TIETZE, sur la faune de Sciolze, 225; divisions du miocène moyen, 239, 240; sur le *Schlier*, 243; vertébrés du miocène moyen, 244.

TONGRIEN, 219, 221.

TORTONIEN, 214, 216, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 233, 235, 238, 239, 244, 245, 247, 263, 276, 277, 321, 325, 328.

TOURNOUËR, zones de profondeur de la mer, 207; bassin du Rhône, 231, 330; faluns de la Gironde, 235; pliocène d'Antibes, 328; pliocène de Rhodes, 340; pliocène de Cos, 344, 345, 386; post-pliocène de Rhodes, 387.

TRABUCCO, sur le calcaire de Lampéduse, 229.

TREMITI (îles), miocène moyen, 249; pliocène, 327.

VAL-D'ARNO, 323; faune pliocène, 317; communication avec la mer, 314.

VAN DEN ECKE, faune de Monte Mario, 373.

VÉLAIN, mollusques d'eau saumâtre en Algérie, 294.

VÉZIAN, miocène moyen de la Catalogne, 233.

VIGUIER, pliocène de l'Hérault, 329, 330, 335.

VILLAFRANCHIEN, étage, 321, 322, 325.

VILLE, miocène de l'Afrique, 252; pliocène de l'Afrique, 339.

VIQUESNEL, miocène de la Macédoine, 247; de l'Albanie, 286.

VISAN, groupe, 232.

VON HAUER, division du miocène moyen, 239; bassins Pannonien et Ponto-Caspien, 305.

VON MARTENS, *Modiola* du Yang-tse-Kiang, 295.

ZANCLÉEN, étage, 228, 324, 325; inférieur, 229, 250, 263; supérieur, 385.

ZANTE, miocène moyen, 250; gypses, 287; pliocène, 327.

ZONES bathymétriques des mers, 203.

WATERS, pliocène de l'Italie méridionale, 325.

WEITHOFER, faune de Pikermi, 283.

WELSCH, zones de profondeur de la mer, 207; pliocène de l'Algérie, 339; post-pliocène de l'Algérie, 397.

WILLISTON, larves d'insectes dans le lac de Texcoco, 297.

ERRATA.

Page.	Ligne.	Note.	Au lieu de :	Lisez :
206	34	2	E. Mojsisovicz	E. Mojsisovics
207	18		en	on

TABLEAU DES TERRAINS DU MIOCÈNE.

Page.	Colonne.	Ligne.	Au lieu de :	Lisez :
228-229	1	13	*Pecten denuratus*	*Pecten denudatus*
»	2	7	Monte Roppo	Monte Rosso
»	»	18	Roccheta	Rocchetta
»	»	38	Guardaffone	Guardasone
»	»	39	M. Fufo	M. Fuso
»	»	41	Saffomolare, Manzabotto	Sassomolare, Marzabotto
»	»	42-43	S. Maria Villiano	S. Maria Villiana
»	»	45	Lamo, Parullo	Lama, Pavullo
»	3	6	Mondains	Mondaino
»	»	11	*Pecten Malirnae*	*Pecten Malvinae*
»	»	15	*Comis*	*Conus*
»	»	17	*Pseudoliva bengadina*	*Pseudoliva brugadina*
»	»	35	Siene	Sieve
»	4	6	*Pecten Arnsens*	*Pecten etruscus*
»	»	9	E	H
»	»	14	Pazzane	Parrane
»	»	21-22	Paltratrio	Paltratico
»	»	29	Brina	Bruna
»	»	38	de Pescia	de la Pescia
»	»	42	Stenza	Sterza
»	»	46	Val-d'Orcis	Val-d'Orcia
»	»	47	Monterusoli	Monterufoli
»	»	48	Borma	Bruna
»	»	48-49	*Antilope Hompti*	*Antilope Haupti*

Page.	Ligne.	Note.	Au lieu de :	Lisez :
238	28		*Kirschberger Schichten*	*Kirchberger Schichten*
239		4	Lejo	Jejo
241	26		Loibensdorf	Loibersdorf
»	27		A. Fuchs	Th. Fuchs
»	28		*Pseudoliva bengadina*	*Pseudoliva brugadina*
243		2	Couchyl.	Conchyl.
246		2	Binnensmollusken	Binnenmollusken
247	25		Kaonk	Konka
249	17	3	Fremiti	Tremiti
»		»	A. Fellini	A. Tellini
249	22		Imi	Ismi
256	8		Le *P. pictum*, Bast. devrait être placé à côté du P. *Bargellinii*.	
258	4		*Periagin*	*Peringia*
290	7		*P. fosiranensis*	*P. foxianensis*
»	10		Piene Fosciana	Pieve Fosciana
»	17		*Staliva thermalis*	*Stalioa thermalis*
»	20		*B. Borelliana*	*B. Bonelliana*
»	23		*Pseudamnicola lucensis* Stan.	*Pseudamnicola lucensis* Stab.
291	2-3		Ponta-a-Lucca	Porta-a-Lucca
»	1	1	den	der
»		2	Ossegon	Ossegor
292	11		*M. Maraccana*	*M. Maroccana*
»		2	den	der
»		3	den	der
293	3		Burg	Bug
»		5	spora	sopra
294	15		Ossegon	Ossegor
»	26		El Iskens	El Iskeul
»	»		Bizente	Bizerte
295		1	N. Neumayr	M. Neumayr
296	8		Ouargha	Ouargla
301	25		Bagdo	Bogdo
308	31	1	aus stratigraphiscen oder paläontologischen Wege den	auf stratigraphischem oder paläontologischem Wege deren

Page.	Ligne.	Note.	Au lieu de :	Lisez :
308	32	1	es jetzt..... Vorkommisse	es bis jetzt..... Vorkommnisse
318	30		*Hstyrin*	*Hystrix*
319	13		Luniagina	Lunigiana
»	15		Val-di-Siene	Val-di-Sieve
321		1	*hwatskoga*	*hrwatskoga*
351	20		Bribi	Bribir
360	23		*Stenothyris*	*Sthenorytis*
373	24	2	conchiliogia	conchiologia
381	30		*E. Tvanchii*	*E. Kranchii*
383	27		molaire, appartient	molaire, qui appartient
386	35	4	pliocänr	pliocäne
»	»	»	*Siizungsb.*	*Sitzungsb.*
397	30	2	*Srombus*	*Strombus*

BIBLIOGRAPHIE

De la nature et de l'origine du phosphate de chaux des environs de Mons,

PAR

A. F. RENARD ET **J. CORNET** [1].

ANALYSE

PAR **J. CORNET**

Nous avons entrepris depuis quelque temps des recherches sur la nature des divers phosphates de chaux de nos régions, afin de chercher par cette voie à résoudre la question de leur origine, question sur laquelle on n'a guère émis que des hypothèses.

Nos recherches, limitées d'abord aux phosphates des environs de Mons, se sont ensuite étendues à ceux d'âge plus ancien et la saison ne nous ayant pas permis jusqu'ici de nous entourer de tous les matériaux nécessaires, nous devons nous borner pour le moment à des communications préliminaires.

Dans la dernière séance de la classe des Sciences de l'Académie (8 Février 1891), nous avons déposé une note exposant les principaux résultats auxquels nous sommes arrivés, nous limitant pour le moment aux phosphates de la craie. Nous en donnons ici un résumé succinct.

Au point de vue du *mode de gisement*, les phosphates dont il est question ici peuvent être classés en trois groupes :

A. — Phosphates *in situ*, c'est-à-dire occupant leur position primitive dans la roche où ils se sont déposés ou concrétionnés.

Ils comprennent trois cas, qui ne diffèrent du reste pas

[1] *Bull. Acad. des Sc. de Belg.*, 3e série, t. XXI, nº 3.

essentiellement : 1° les phosphates en granules mélangés aux parties calcaires de craies de diverses assises; 2° les concrétions volumineuses que l'on rencontre à divers niveaux dans la craie blanche, comparables aux concrétions draguées sur le fond des mers actuelles; 3° les spongiaires, polypes, etc., fossilisés en phosphate de chaux et les moules de fossiles testacés, formés par une concentration de la même substance.

B. — Phosphates provenant de l'enrichissement secondaire, par l'action décalcifiante des eaux météoriques chargées d'acide carbonique et d'acides humiques, de roches calcaires, d'une teneur moindre en phosphate. Ces formations sont assez connues, grâce aux travaux de plusieurs de nos confrères, pour que nous ayons besoin d'insister.

L'étude des dépôts de ce genre ne peut donner de bons résultats que si l'on part de celle des roches inaltérées dont ils proviennent. En effet, les agents dissolvants qui les ont produits ont, dans certains cas, profondément modifié leurs caractères microscopiques.

C. — Roches phosphatées, fossiles phosphatisés, etc., se trouvant à l'état remanié au sein de dépôts plus récents, où on les retrouve comme tels ou enrichis par un concrétionnement secondaire.

Tels sont les éléments des poudingues de Cuesmes, de la Malogne, etc., qui proviennent tous du remaniement de roches plus anciennes.

Concrétions phosphatées. — Nous dirons d'abord un mot des concrétions formées d'un mélange de carbonate et de phosphate de chaux, développées en place aux points où on les trouve. Elles sont comparables à celles qui se forment au fond des mers actuelles. Quand elles n'ont pas été remaniées par suite de la destruction des couches où elles étaient empâtées, elles présentent un aspect extérieur et une structure qui excluent toute idée de formation par *roulement*. Nous voulons les opposer à de véritables galets ou cailloux roulés, provenant de l'action mécanique de la vague ou de courants sur des fragments de roches pré-

formées et que l'on confond souvent avec les véritables concrétions sous le nom de *nodules*, etc. Les concrétions se sont ordinairement formées autour d'un reste organique plus ou moins reconnaissable ou bien elles remplissent l'intérieur de coquilles.

Elles peuvent, il est vrai, avoir été remaniées, et dans ce cas, on les trouve mélangées à des cailloux roulés dont il est quelquefois difficile de les distinguer, les bancs émergés et les fragments qui en proviennent ayant ordinairement subi un enrichissement en phosphate qui tend à les faire ressembler à des concrétions formées *in situ*. D'autre part, les actions mécaniques ont donné aux concrétions des formes arrondies qui favorisent encore la confusion.

Nous avons étudié les concrétions qui se rencontrent à divers niveaux dans la craie blanche du Hainaut. Leurs caractères, tant macroscopiques que microscopiques, se rapprochent tellement de ceux des concrétions phosphatées draguées de nos jours dans les mers, que la même description pourrait s'appliquer aux deux cas. Nous ne pouvons que renvoyer à un travail publié par l'un de nous sur les concrétions phosphatées provenant de la mer actuelle (1).

Les concrétions dans lesquelles on reconnaît encore nettement la forme extérieure de l'organisme qui a servi de centre d'attraction, ainsi que celles qui moulent l'intérieur des coquilles, présentent au fond la même structure.

Nous avons examiné également des concrétions, fossiles phosphatisés, etc. provenant des dépôts phosphatés de la Hesbaye. Ils ne diffèrent pas essentiellement de ceux du Hainaut ; on peut même dire qu'ordinairement la structure des organismes est mieux conservée dans les échantillons de Hesbaye et que le concrétionnement interne et périphérique y est plus net. Dans la matière crayeuse qui remplit les vides, on voit de nombreux foraminifères

(1) A. F. Renard. Les concrétions de phosphate de chaux draguées au large du Cap de Bonne-Espérance. *Bul. Acad. royale de Belgique*, 3e série, t. XVIII, nº 12, 1889.

remplis de phosphate de chaux. Cette pâte crayeuse doit évidemment se rapprocher beaucoup par sa composition minéralogique de la craie où étaient primitivement enclavés les nodules et les fossiles. On y trouve des fragments de minéraux en beaucoup plus grande abondance que dans le Hainaut ; on y trouve en outre des fragments microscopiques de roches anciennes.

La craie phosphatisée empâtant un reste de spongiaire nous a montré un petit fragment d'os de reptile. Nous avons des raisons de croire que les éléments de ce genre jouent un certain rôle dans les phosphates de Hesbaye.

Nous terminerons ici ce que avons à dire des concrétions phosphatées. Nous y reviendrons d'ailleurs plus tard, en donnant plus d'extension à nos recherches que nous ne pouvons le faire pour le moment.

Phosphates en grains. — Nos études ont porté sur les craies phosphatées de Maisières, d'Ossogne, du Cambrésis, de la Somme, du Pas-de-Calais et de Ciply, ainsi que sur les *phosphates riches* qui en dérivent par décalcification. Nous avons aussi examiné divers phosphates enrichis de la Hesbaye et du pays de Herve, mais nous devons dire qu'à cause du manque de matériaux, nos recherches en ce qui les concerne sont les moins avancées. Nous croyons toutefois pouvoir avancer qu'ils ne diffèrent pas essentiellement, quant à leur nature, de ceux des autres gisements. Du reste, la plupart des phosphates en grains nous paraissent avoir la même signification géologique. C'est pourquoi nous les décrirons en bloc en signalant cependant les particularités les plus saillantes de chacun

---

Les roches qui font l'objet de notre étude ont été, soit à l'état pulvérulent, soit en coupes minces, examinées à l'état libre ou dans l'eau, la glycérine et le baume du Canada, en lumière réfléchie et en lumière transmise et à des grossissements variables. Nous avons employé la lumière ordinaire ou la lumière polarisée. Toutes les réactions microchimiques requises ont été effectuées.

La lévigation ou l'action d'acides dilués permet de séparer dans les craies phosphatées deux classes d'éléments bien distincts : une partie généralement moins dense, composée presque exclusivement de carbonate de chaux, que l'on désigne souvent sous le nom de *folle farine* [1] et une partie non calcaire, ordinairement plus dense et le plus souvent peu soluble dans les acides très dilués.

Les dépôts de *phosphate riche* sont essentiellement formés par ces éléments peu solubles des craies phosphatées.

Nous avons, pour toutes les craies phosphatées, opéré cette lévigation qui, séparant les parties calcaires pulvérulentes, rend l'étude des parties denses beaucoup plus aisée. La séparation mécanique ne peut toutefois jamais être complète.

Partie calcaire. — La partie calcaire séparée et séchée se présente avec tous les caractères d'une craie ordinaire ; elle est plus ou moins blanche, selon que la séparation mécanique a été plus ou moins parfaite.

Au microscope, elle offre tous les éléments normaux d'une craie blanche ordinaire. On y distingue un grand nombre de coquilles de foraminifères, des fragments de mollusques, de brachiopodes, etc., une foule d'éclats peu déterminables, mais provenant sans nul doute de coquilles calcaires, et, empâtant le tout, une poudre impalpable, résultat de la trituration des éléments précédents.

On sait que la craie de Spiennes et la craie de Ciply qui lui est superposée, ne forment qu'un seul et même ensemble stratigraphique et qu'elles passent l'une à l'autre sans transition brusque. La partie calcaire ou *folle farine* de la craie de Ciply se présente au microscope comme parfaitement identique avec la craie de Spiennes. Vers la partie supérieure de celle-ci, on voit des granules phosphatés s'ajouter aux éléments calcareux et former des lits

[1] Ce terme a encore été employé dans d'autres sens, entre autres pour désigner la matière argileuse, légère, de certains phosphates riches. Nous lui aisserons la signification que lui a donnée Melsens.

alternativement plus ou moins riches en phosphate. D'autre part, la craie de Ciply, dans ses bancs les plus élevés, s'appauvrit graduellement en granules phosphatés et passe à une roche presque exclusivement calcaire.

Parties non calcaires.— Ce sont principalement : 1° des grains de quartz ancien et autres minéraux anciens, parfois accompagnés de fragments de roches primaires ; 2° de la glauconie ; 3° des restes d'organismes siliceux et 4° des granules phosphatés.

1° Le quartz est toujours de nature clastique ; il est plus ou moins roulé selon les gisements. Les grains, très arrondis dans les phosphates de la Hesbaye et du pays de Herve, ont des angles assez aigus dans ceux de Ciply et de la Somme. Le quartz en cristaux entiers n'est pas rare dans certains gisements. Les grains de quartz sont souvent teints en jaune ou en rouge par un enduit limoniteux. On rencontre, dans certains cas, une série d'autres éléments minéraux, tels que feldspaths tricliniques, zircon, etc., mais jamais d'apatite. Très rares dans la plupart des gisements, ces minéraux se présentent avec assez d'abondance dans les phosphates de Hesbaye, où se rencontrent en outre un grand nombre de fragments microscopiques de roches anciennes.

2° La glauconie caractérise par son abondance les craies du Cambrésis, d'Ossogne, de Maisières, etc. On l'y trouve sous deux aspects différents. Ou bien en grains à surface arrondie, sphériques, ovoïdes, allongés, souvent fortement mamelonnés, rappelant quelquefois vaguement des formes de foraminifères. Ou bien en cylindres, bâtonnets, quelquefois assez allongés, isolés ou réunis au nombre de deux ou trois. Ils dérivent sans doute de spicules de spongiaires. La glauconie est beaucoup plus rare dans les autres gisements; les bancs supérieurs de la craie de Ciply en offrent quelques grains.

3° Les spicules siliceuses de spongiaires se rencontrent partout, mais sont généralement assez rares. Des échantillons du pays de Herve en renferment en assez grande abondance.

4° Nous arrivons aux parties phosphatées sur lesquelles nous avons à nous étendre davantage, en nous bornant cependant à énoncer nos résultats, dont quelques-uns nous semblent nouveaux.

L'étude comparative des grains phosphatés des diverses craies nous a permis de classer le plus grand nombre d'entre eux dans deux catégories bien distinctes. Nous pourrions placer dans une troisième des éléments peu nets, qui se rapportent sans doute à l'une des précédentes.

Ces deux catégories sont :

1° — Foraminifères phosphatisés.

2° — Fragments microscopiques d'os de poissons et de reptiles.

Foraminifères phosphatisés. — Un simple coup d'œil jeté sur une préparation de phosphate riche de Beauval ou Orville montre qu'il est composé en grande partie de moules de foraminifères dont beaucoup sont presque visibles à l'œil nu. On y reconnaît un assez grand nombre de genres; ceux qui frappent par leur abondance sont : *Globigerina*, *Textularia*, *Cristellaria*, *Rotalina*.

Ces moules ont une teinte générale gris jaunâtre ou brunâtre, qui est celle du phosphate riche de la Somme. Le calcaire de la coquille a en général entièrement disparu. Le test est moulé intérieurement en phosphate de chaux et le moulage est entouré d'une enveloppe claire, formée de couches concrétionnées, concentriques, de la même substance.

Le phosphate de remplissage est jaunâtre, plus ou moins foncé, peu transparent, d'aspect granuleux; il présente faiblement la polarisation d'agrégat.

La couche externe, concrétionnée et transparente, existe presque constamment autour des moules intacts; quand ceux-ci se brisent, elle se casse en éclats Elle est quelquefois très épaisse, mais il arrive qu'elle soit si mince que la lumière polarisée seule en révèle l'existence. On y reconnaît aisément la présence de couches concentriques. Sa couleur est le jaune, quelquefois très faible. A la lumière réfléchie, elle donne aux foraminiferes un aspect blanc luisant, porcellané.

Elle paraît à la fois fibro-rayonnée et finement zonaire et donne entre nicols croisés la croix des agrégats sphérolithiques. Autour des moules d'individus composés, tels que *Globigerina*, *Textularia*, etc., elle forme, sur les surfaces libres, autant de systèmes sphérolithiques que de loges.

La cuticule concrétionnée tend à effacer les creux présentés par les coquilles des rhizopodes et à arrondir leurs angles au point que, souvent, ils sont méconnaissables à la lumière directe.

Les moules dépourvus de la cuticule se présentent avec un aspect rappelant les grains de glauconie des mers actuelles, débarrassés de leur enveloppe calcaire.

A côté de ces foraminifères intacts et parfaitement déterminables, on observe un grand nombre de fragments qui, s'ils étaient seuls, ne pourraient être que difficilement rapportés à des organismes quelconques. Ce sont des individus incomplets, des loges isolées ou des fragments de loges ou de cuticule. On rencontre aussi des concrétions sphériques, formées d'une succession de couches transparentes, concentriques, entourant un noyau foncé, ordinairement peu volumineux par rapport à l'épaisseur de la cuticule. Quelquefois deux ou trois concrétions de ce genre ébauchées, ont été réunies par une enveloppe concrétionnée commune et donnent des figures en forme de biscuits, etc.

Une grande partie de la matière phosphatée pulvérulente qui entre dans la composition du phosphate riche, peut être rapportée à des fragments de foraminifères triturés par des actions mécaniques.

Ces actions mécaniques semblent s'être exercées avec assez d'intensité sur les phosphates de Hesbaye. Les moules complets de foraminifères y sont rares et ordinairement dépourvus de l'enveloppe concrétionnée externe. On y trouve cependant d'assez nombreux moulages reconnaissables, quoiqu'incomplets, et à côté d'un grand nombre de loges isolées et de fragments triturés, pulvérulents. Les éléments dérivés de foraminifères sont gris jaunâtre ou

verdâtre, d'aspect granuleux, dans certains cas teintés par de la limonite.

On rencontre, en outre, un grand nombre de granules arrondis, ovoïdes, mamelonnés, de même couleur, dans l'intérieur desquels s'aperçoivent souvent plusieurs petits noyaux foncés. Les uns ne polarisent pas, les autres donnent la polarisation d'agrégat.

Ces observations ont été faites sur le phosphate blanc de Rocour. Des coupes minces taillées dans ces phosphates préalablement durcis, montrent un grand nombre de foraminifères phosphatisés, entiers ou brisés, et de menus fragments de nature diverse empâtés dans une substance phosphatée pulvérulente. On distingue notamment de volumineux foraminifères remplis d'une masse phosphatée jaune clair.

Nous avons dit plus haut que les foraminifères phosphatisés se rencontrent en grand nombre dans la pâte calcaire des moules de fossiles et des nodules de la Hesbaye, pâte qui doit évidemment être de la même nature que la craie phosphatée dont les dépôts de phosphate riche sont les résidus.

Dans la craie du Cambrésis, les foraminifères sont assez peu nombreux; ils rappellent ceux de la Somme, quoiqu'en général moins nets ; ils appartiennent aux mêmes genres que ces derniers. Ils sont brun plus ou moins foncé. Tous ont une zone externe claire, concrétionnée. On rencontre aussi un grand nombre de moules de loges isolées.

Certains éléments obscurs doivent être rapportés à des foraminifères oblitérés. On y trouve aussi des concrétions arrondies comme celles de la Somme.

Les phosphates riches dérivés de la craie de Maisières et de celle d'Ossogne présentent des granules phosphatés dont un grand nombre doivent être considérés comme dérivant de foraminifères.

A première vue, il est assez difficile de reconnaître, parmi les granules phosphatés bruns de la craie de Ciply, des éléments répondant à des foraminifères, mais l'examen d'un grand nombre de préparations ne tarde pas à prouver

qu'il en existe réellement. Quelques-uns ont un aspect qui ne laisse pas de doute à cet égard ; chez d'autres, les contours deviennent vagues, la substance qui les forme est opaque, et l'on arrive ainsi à des granules ne présentant plus aucun caractère pouvant les faire rapporter à des rhizopodes. Ce sont là les grains phosphatés les plus abondants de Ciply. A la lumière réfléchie, ils sont bruns, cireux, luisants A la lumière transmise, ils offrent un contour clair concrétionné, peu nettement différencié d'un centre brunâtre, foncé et opaque.

Fragments d'os. — En étudiant les phosphates de la Somme et de Ciply, nous nous sommes trouvés pendant quelque temps arrêtés devant la détermination d'éléments, importants comme quantité, puisqu'ils peuvent former jusque 10 °/₀ de la partie phosphatée, se rapprochant du règne minéral par certains caractères, s'en éloignant sous d'autres rapports.

Ce sont des fibres, des éclats, des plaques, des esquilles microscopiques, dans lesquels les réactions décèlent la présence du phosphate de chaux. Quelquefois incolores, ils sont ordinairement colorés en jaune ou en brun plus ou moins foncé. Ils sont en général transparents, mais souvent rendus opaques par une matière noirâtre, de nature organique, qui y est enclavée. En lumière transmise, ils disparaissent du champ dès qu'on intercepte l'arrivée de la lumière. Tous présentent des phénomènes de polarisation particuliers, n'offrant aucune relation fixe avec les systèmes de fissures rectilignes qu'on y observe quelquefois.

Nous n'avons plus hésité sur leur détermination dès que nous avons reconnu dans certains d'entre eux l'existence des canalicules contournés et entremêlés caractéristiques du tissu osseux des poissons, et dans d'autres, un strié et des alignements de lacunes fusiformes, munies de prolongements déliés qui les font rapporter à des fragments d'os qui, vu le gisement, doivent appartenir à des reptiles.

Comme contrôle, nous avons fait tailler des tranches minces dans les dents et des ossements de poissons et de

reptiles provenant de la craie de Ciply et de la craie grise à *Belemnitella quadrata* de la Somme. Les éléments déterminés comme fragments d'os présentent les mêmes caractères que ceux qu'on reconnaît dans ces coupes.

Beaucoup d'éclats ne présentent, il est vrai, ni canalicules, ni lacunes osseuses, mais l'analogie d'aspect et de propriétés optiques avec les fragments d'os bien caractérisés nous porte à les identifier avec eux. Beaucoup, d'autre part, rappellent la structure microscopique des dents de reptiles et de l'émail des dents et écailles d'élasmobranches.

Tout le monde sait avec quelle abondance les dents et les ossements de poissons et de reptiles se rencontrent dans les gisements de Ciply et de la Somme.

Nous considérons aussi comme fragments d'os les éléments analogues à ceux que nous venons de décrire, dont nous avons constaté la présence dans les phosphates de la Hesbaye, du Cambrésis, etc.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir résolu toutes les questions ayant trait à la nature des roches phosphatées dont nous nous sommes occupés. Nous croyons cependant avoir fait faire un pas important à la solution du problème de leur origine et nous nous proposons d'exposer dans une séance ultérieure, nos idées quant à leur mode de formation. Elles se rapprochent d'ailleurs beaucoup de celles émises en 1886 par F. L. Cornet.

Gand, le 14 février 1891.

Recherches sur les formations diluviennes du Sud des Pays-Bas,

PAR

Alp. ERENS

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES.

(Archives du Musée Teyler de Haerlem, t. III, 1891.)

EXPOSÉ SOMMAIRE PAR L'AUTEUR.

Vers la fin de l'année 1889, la Société géologique de Belgique a bien voulu publier nos premières recherches [1] sur la provenance des roches cristallines comprises dans les ballastières de la partie méridionale du Limbourg Hollandais.

Par ces recherches, nous avons été amené aux conclusions que voici :

1° Les dépôts de transport en question sont le résultat du mélange d'un certain nombre de courants diluviens, et non du courant moséen seul.

2° Ces gravières comprennent des roches cristallines assez nombreuses, fait que M. Staring niait catégoriquement.

3° Parmi ces roches plutoniennes, il y avait des galets scandinaves, ce qui n'avait pas encore été observé au dessous du 51e degré de latitude.

4° La limite de la dispersion des roches scandinaves, telle que Dumont l'avait tracée, doit donc être tirée beaucoup plus vers le Sud.

5° La trouvaille de roches plutoniennes, d'origine rhénane incontestable, dans les dépôts de transport moséens du Limbourg prouva que la Meuse quaternaire n'est pas

[1] Tome XVI, pages 395-444.

restée indépendante, mais s'est mêlée à un moment donné aux eaux rhénanes, malgré la distance énorme de ± 100 kil. qui les sépare aujourd'hui.

6° L'observation de roches moséennes typiques aux environs d'Aix-la-Chapelle amena la conclusion que les eaux mélangées, moséennes, scandinaves et rhénanes, se déversaient dans un lac fort étendu, qui, au Sud de la province, avait un diamètre de plus de soixante kilomètres.

7° Ce lac immense se forma probablement, puisqu'une barrière de glace infranchissable, située plus au Nord, empêchait les eaux de se jeter en mer.

8° Enfin nous avons prouvé que les roches cristallines vosgiennes avaient été charriées jusqu'au Sud du Limbourg, fait que M. Lorié niait encore en 1887 et 1889.

Après avoir obtenu ce premier succès, nous avons continué ces recherches, et nous avons trouvé au Sud du Limbourg un grand nombre de roches cristallines nouvelles, qu'on peut diviser, d'après leur origine, en quatre catégories, dont chacune dénote un courant diluvien particulier.

Ce sont en premier lieu les roches des Ardennes françaises, des Vosges et du Morvan, transportées par le courant moséen.

En second lieu, ce sont les galets cristallins des contrées rhénanes, charriés par le Rhin quaternaire.

Ensuite, ce sont les roches venues de la Suède et de la Norwège, ce qui accuse un courant scandinave.

Enfin, on trouve des fragments rocheux de la Bretagne et de la Normandie, ce qui prouve l'existence d'un courant breton.

Citons de la première catégorie, quatre sortes de granulite, pauvres en mica blanc et très répandues dans la région vosgienne et notamment au grand massif du Bambois, entre Plombières et Remiremont.

Parmi les galets qu'on peut attribuer encore avec plus de certitude à une origine vosgienne incontestable, figurent les roches porphyriques suivantes :

A. Tufs vacuolaires de porphyre pétrosiliceux (Argilolithes scoriacées).

B. Argilolithes silicifiées, avec fragments de granulite empâté.

C. Porphyres pétrosiliceux permiens, violets ou rougeâtres.

Ces porphyres pétrosiliceux, à cassure vive, esquilleuse et à bords tranchants, avec cristaux de quartz vitreux, prennent un grand développement dans le Val d'Ajol, au bas d'Hérival, où ils s'accompagnent d'une puissante formation de tufs argileux (argilolithes).

De plus, on remarque, engagés dans ces roches, des fragments de granulite et de porphyrite empruntés aux roches du sous-sol, ce qui communique à ces porphyres ou aux argilolithes un aspect brèchoïde bien caractérisé.

Dans la vallée d'Hérival se développe encore une sorte de quartz blanc grisâtre, veiné, fendillé, à traits de clivage colorés en brun sale, qu'on retrouve également dans les gravières limbourgeoises.

Des environs de St-Nabord, on retrouve au Sud du Limbourg la granulite dite de St-Nabord, et le quartz lustré, brun, compacte, de provenance carbonifère.

Mentionnons encore :

A. La granulite, qui se développe au delà de Remiremont dans la direction de St-Amé.

B. La microgranulite, à grands cristaux d'orthose pegmatoïde, qui forme de grandes coulées au Raddon.

C. Orthophyres, avec brèches orthophyriques associées, anciennement nommés porphyres bruns, et qui, dans la vallée de Fresse, prennent beaucoup d'importance aux environs de Giromagny et de Faucogney.

D. La granulite de Gérardmer, route de la Bresse, à quartz pegmatoïdes bien individualisés.

M. Vélain, professeur à la Sorbonne de Paris, qui a bien voulu comparer ces roches de transport avec celles des Vosges, rapporte une microgranulite, trouvée au Sud du Limbourg, au Morvan, provenance qui ne saurait être expliquée que par la considération que les glaciers du Morvan, ne suivant guère les étroites vallées d'érosion, ont pu charrier des roches en des endroits où les fleuves seuls ne sauraient les transporter.

La deuxième catégorie des roches cristallines de transport est celle des contrées rhénanes.

C'est en premier lieu le tuf porphyrique rouge brique des environs de Herzig (Berncastel).

En second lieu, c'est l'andésite amphibolique de Wolkenburg, dans les Sept-Montagnes, roche à structure hyalopilitique (Rosenbusch).

En troisième lieu, ce sont les conglomérats trachytiques du Drachenfels, près de Bonn.

En quatrième lieu, ce sont les basaltes à gros grains avec volumineux cristaux d'olivine, et ceux à grains fins, bien analogues à ceux de Jungfrenberg.

Enfin, ce sont les calcédoines rubanées, caractéristiques des mélaphyres amygdaloïdes d'Oberstein.

Aux roches moséennes et rhénanes sont venues s'associer des galets cristallins scandinaves, comme par exemple, une hälleflinta rubanée, jaune et noir verdâtre, à bandelettes de tourmaline, bien caractérisée. Une autre hälleflinta est rose, et représente, dans sa pâte microcristalline, rubanée, les phénomènes des vrais porphyres. Enfin, une syénite hornblendifère à gros éléments, des environs de Christiania. Le nombre total des variétés de roches scandinaves, trouvées jusqu'ici dans la partie méridionale du Limbourg, s'élève donc à treize.

La dernière catégorie, qui a fait l'objet d'une étude de M. Ch. Barrois, professeur à Lille, est celle des roches bretonnes et normandes. La liste entière étant trop longue pour la citer ici, nous allons donner les trois séries tout à fait typiques pour la Bretagne et la Normandie.

A. La série des porphyres et des porphyrites du Trégorrois.

B. La série des granites syénitiques, ou des syénites improprement dites, avec cristaux fort rares d'amphibole, bien développées au Nord de la Bretagne.

C. La série des roches suivantes :

Pegmatite blanche à gros feldspaths et à larges lamelles de muscovite, très commun partout sur la côte du Nord de la Bretagne.

Granulite à tourmaline de Roscoff.

Quartz tourmalinifère, très commun sur les côtes du Nord, en filons, associé aux granulites.

Microgranulite, fréquente en filons dans la rade de Brest.

Porphyre quartzifère, à micropegmatite grossière du Nord de la Bretagne.

Granulite à tourmaline, commune au Nord de la Bretagne.

Diorite schistoïde des côtes de Lannion, et en de nombreux filons de la rade de Morlaix.

Cette trouvaille, et celle de M. Renard au large d'Ostende, se confirment mutuellement et sont des preuves concluantes pour adopter un quatrième courant diluvien, c'est-à-dire le courant breton.

On sait que, dans la Manche, les vents, les marées, les alluvions sableuses et même les galets vont de l'Ouest à l'Est, de sorte que M. Marchal a pu calculer que les eaux de la Manche déposent annuellement 600.000^{mcb} de sable dans la baie du Mont-St Michel et 10.000.000^{mcb} sur les côtes de Norfolk, de Zéelande et de la Flandre. Dans les temps quaternaires, ces eaux devaient charrier avec elles des galets et des glaçons fort nombreux, qui sont allés se déposer sur les côtes belges et enfin, d'une manière confuse, dans les gravières du Sud du Limbourg, avec les roches de l'Ardenne, des Vosges, de la Scandinavie et des contrées rhénanes, en donnant naissance à un dépôt quaternaire mélangé, à un véritable « Diluvium entremêlé ».

Après avoir obtenu des résultats aussi positifs dans le Sud du Limbourg, nous avons fait des recherches nombreuses dans le Brabant Septentrional, et nous pouvons conclure que les dépôts graveleux de cette province ont été formés en même temps, de la même façon et par les mêmes courants que ceux des contrées décrites.

Tous ces dépôts graveleux, ainsi que ceux du Nord de la Belgique, constituent donc la sous-division du diluvium entremêlé, c'est-à-dire le « Diluvium mosé-entremêlé ».

Le Diluvium Rhénan du Sud des Pays-Bas.

M. Staring [1] fait de la Rhur et de la Meuse la séparation du diluvium, dit rhénan, et du diluvium moséen, auquel l'auteur a donné le nom de « mosé-entremêlé », et divise son diluvium rhénan en trois massifs, qui en somme ne forment qu'un chaînon unique :

1° Le massif de Mookerheide, situé sur le territoire hollandais, et comprenant les groupes de collines de Mookerheide, de Groesbeek et de Nymègue.

2° Le massif de Clèves, situé en entier sur le territoire allemand, et non examiné par nous.

3° Le massif de Geldern, qui est mi-néerlandais et mi-prussien, et qui se compose des groupes de collines de la bruyère d'Asperden, Straelen, Venlo et Kaldenkirchen.

Leur composition lithologique serait, d'après les observations de M. Staring, identiquement la même et de nature rhénane. Nous devons rejeter à priori et à posteriori l'opinion de M. Staring, qui croyait que la Meuse et le Rhin quaternaires, restés indépendants l'un de l'autre, avaient déposé dans le Sud des Pays-Bas des deltas caillouteux, composés exclusivement ou de roches rhénanes ou de roches moséennes. De ce raisonnement, on devait tirer à priori la conclusion logique que les groupes de collines de Venlo, Afferden, Mook, etc., appartenant au diluvium rhénan de M. Staring, et qui sont situées sur les bords de la Meuse et à grande distance du Rhin, ne forment qu'un diluvium moséen tout pur..

De plus, la trouvaille au Sud du Limbourg de roches rhénanes dans les gravières qu'on considérait comme des types de dépôts moséens, fit tirer la conclusion que le Rhin et la Meuse quaternaires se sont réunis à un certain moment de l'époque graveleuse, et cela, malgré la distance énorme, de 100 kil., qui les sépare aujourd'hui. A plus forte raison, ce mélange devait se faire à Kaldenkirchen, Venlo,

[1] De bodem van Nederland, tome II. Haerlem.

Straelen, Kempen, Geldern, Mook, Groesbeek et Nymègue, qui sont situés à des distances maxima de 10 kil. de la Meuse et de 30 du Rhin. Les recherches sur place confirmèrent notre opinion. En voici le quadruple résultat.

A. Les ballastières du diluvium rhénan de Staring, les plus rapprochées de la Meuse, ont les caractères lithologiques moséens des plus accentués.

B. Plus les gravières sont éloignées de la Meuse, plus les galets rhénans dominent.

C. Vers le sommet de toutes les ballastières, les roches rhénanes abondent.

D. Partout le diluvium rhénan de Staring est un véritable diluvium entremêlé, composé de roches moséennes, rhénanes, bretonnes et scandinaves.

Le premier point s'observe très bien à Mook. Les roches des Ardennes : porphyroïdes et amphibolites de Mairus et Laifour, quartzophyllades de Rocroy, poudingue de Burnot, arkose de Fépin, calcaire à crinoïdes de Tournai, etc., s'y observent en grande quantité.

De plus, les roches cristallines vosgiennes sont assez fréquentes, par exemple le porphyre de Rupt, l'argilolithe de Dommartin, le porphyre pétrosiliceux du Val d'Ajol, la granulite du Bambois, entre Plombières et Remiremont, etc.

Le second point s'étudie bien dans les environs de Nimègue, situé sur les rives du Waal (affluent du Rhin). Cependant, on n'y trouve pas un diluvium rhénan tout pur, mais beaucoup de roches rhénanes, comme des quartz blancs et des basaltes, associées à des roches moséennes plus rares, comme par exemple le poudingue de Burnot, les phyllades de Rocroy, etc.

Le troisième point se vérifie partout au sommet des dépôts rhénans : les basaltes, et surtout les quartz blancs dominent à la surface, aussi bien à Mook qu'à Ubbergen.

Les basaltes, trouvés à Ubbergen, proviennent de Jungfrenberg, d'Oelberg, de Veitskopf, etc.

Les trachytes et les conglomérats trachytiques des environs de Bonn étaient assez fréquents, et il y avait des andésites de Wolkenburg, des dacites de Reichenau, des

calcédoines d'Oberstein, des granites à tourmaline de Heidelberg, etc., etc.

Pour le quatrième point, il suffit de faire remarquer que les roches scandinaves et bretonnes ne forment qu'un mélange avec les roches moséennes et rhénanes.

Parmi les roches scandinaves, citons : la diabase des filons norvégiens, le micaschiste, le granite gneissique grisâtre de la Suède, le porphyre chocolaté d'Elfdalen, le porphyre syénitique des environs de Christiania, etc.

Parmi les roches bretonnes fort nombreuses, citons : les porphyrites du Trégorrois, la porphyrite de Lanmeur, la cornaline typique pour les tufs porphyritiques cambriens de Lésardrieux, les microgranulites du Trégorrois, les granites syénitiques apophysaires qui caractérisent le nord de la Bretagne, la granulite leptynique feuilletée, très commune partout en Bretagne, etc., etc.

Le mélange de toutes ces roches différentes constitue donc un véritable diluvium entremêlé, et la sous-division « rhéno-entremêlé ». Là, où le courant scandinave l'emporte sur les autres, c'est-à-dire plus au Nord du pays, on aura donc la troisième sous-division du diluvium entremêlé, c'est-à-dire le « Diluvium scandinavo-entremêlé ».

Il serait cependant peu conforme aux idées précédemment émises, de vouloir attribuer à notre diluvium rhéno-entremêlé les mêmes limites que M. Staring donna à son ancien diluvium rhénan, dont il faut détacher toutes les masses graveleuses bordées par la Meuse, qu'il faut réunir au diluvium mosé-entremêlé.

Le Diluvium Sableux au Sud des Pays-Bas.

Sous les noms divers de Diluvium sableux, Flandrien, Campinien et Haidesand, différents auteurs ont décrit la masse sableuse hétérogène qui, dans les Pays-Bas, forme un dépôt continu à partir de Sittard, en comblant l'espace entre les nombreux deltas caillouteux, et recouvre presque partout ces derniers dépôts. Ces terrains sablonneux atteignent leur plus grand développement dans le Brabant

Septentrional et au centre du pays, où ils ont parfois une puissance de plus de 100 m. Au Nord des Pays-Bas, ils sont moins développés. Les forages de Sneek, Goes, Leeuwarden et Oenkerk, mentionnés par M. V. Cappelle (*Quelques Considérations sur le quaternaire ancien, 1888*), assignaient à ces sables des puissances respectives de 8^{m}, 6^{m}15, 1^{m}35 et 2^{m}80. Plus vers le Sud, le diluvium sableux semble également diminuer en épaisseur. Un forage pratiqué à Heithuizen lez-Ruremonde y atteignit le sommet du diluvium graveleux à une profondeur de 12 m. Nous croyons que cette superposition du diluvium sableux au gravier quaternaire est son horizon géologique naturel, et que partout ailleurs, où ces sables meubles semblent se rattacher latéralement aux collines graveleuses, on doit tenir compte des remaniements et des déplacements considérables, dus à l'influence des vents et de l'érosion séculaire, dont l'action se manifeste surtout sur les pentes et les crêtes des collines. La composition en est très variable et fort hétérogène, et la grosseur, la forme et la couleur des sables varient de place en place. On y observe du mica noir et blanc, toujours en petites lamelles, de rares grains feldspathiques, des améthystes, des grenats, de la tourmaline, des cristaux du groupe amphibolo-pyroxénique, du zircon et même des cristaux rares. On y trouve encore de la limonite, de la glaise, du lignite, de petites couches de gravier fin et des roches cristallines et sédimentaires de diverses origines. Les gros erratiques s'y observent encore assez fréquemment. En Campine, les quartzites ardennais, les quartz blancs et les grès blancs s'observent bien souvent. Les gros blocs de grès atteignent jusqu'à 11 à 36 m. c.; ils ont été trouvés par M. E. Delvaux à Holsteen-Molenheide, Sledderloo, Gelieren, Beverst, etc. A Hoogeloon, nous avons trouvé un tuf mélaphyrique d'une longueur de deux mètres, et aux environs d'Oudenbosch, des erratiques cristallins nombreux. Tout le monde connaît le gros erratique de granite d'Oudenbosch. A Bavel, nous avons observé un granite d'environ 300 kilog. et M. Van den Broeck a trouvé à Hoogstraeten un granite scandinave d'environ 0,7 m.

cubes. Dans le diluvium sableux du Brabant Septentrional, on trouve assez souvent des blocs isolés de quartzite, des quartz blancs, des silex crétacés, etc.

Un grand nombre de géologues se sont occupés de l'origine de ces sables diluviens.

M. Staring attribua leur formation au lavage des monticules graveleux par les eaux pluviales.

M. le Dr Winkler les identifia avec les dunes et en fit une formation marine.

MM. Berendt et Meyn les considèrent comme d'origine glaciaire.

M. le Dr Lorié, tout en acceptant l'hypothèse de M. Staring, fait intervenir la Meuse et le Rhin là où ces sables sont développés jusqu'à atteindre une puissance de 100 m.

Pour nous, toutes ces théories ont le tort radical d'attribuer des produits aussi complexes que ceux du diluvium sableux, à une cause unique. Toutes ces hypothèses sont vraies, l'une plus que l'autre, mais toutes ne le sont qu'en partie.

Le lavage des collines graveleuses par les eaux pluviales (théorie de M. Staring) devait produire à la longue quelque effet semblable à celui du diluvium sableux, mais non des produits qui sont aussi répandus, et cela, sur une échelle aussi colossale que ceux des sables diluviens. En effet, comment expliquer par cette hypothèse seule, par exemple, le grand développement des dépôts arénacés du Brabant, qui atteint parfois 100 m. ? Comment expliquer de cette façon la superposition du sable au gravier, et cela même sur des espaces très grands? Comment expliquer ainsi la présence dans le sable des blocs métriques? Comment expliquer, par cette théorie, le développement extraordinaire de ces dépôts sableux là où le diluvium graveleux est peu développé ou pas visible ? Comment expliquer, enfin, l'absence totale de ces sables en des endroits où les deltas graveleux sont le plus développés, comme, par exemple, dans le Sud du Limbourg Hollandais ?

Donc, ni par l'influence des vents, ni par l'érosion

séculaire, on ne saurait expliquer suffisamment tous les phénomènes du diluvium sableux. Sans donc vouloir combattre l'hypothèse de M. Staring, il faut cependant avouer que, par elle-même, elle est insuffisante à nous expliquer toute l'histoire compliquée du diluvium sableux.

La deuxième hypothèse est celle de M. Winkler, qui donna aux dépôts sableux une provenance marine. M. Lorié a combattu cette hypothèse, en basant ses critiques sur l'absence de coquilles marines, sur la présence dans les sables de matières ligniteuses qui attestent l'eau douce, et sur l'absence de tout cordon littoral graveleux, et des traces de l'action marine. Avouons cependant que le diluvium sableux est marin en quelques endroits, et que la théorie de M. Winkler est bien applicable, par exemple au « Système Eemien » de Harting.

Rappelons encore que les vents, les marées et les alluvions modernes, qui affectent notre pays, se déplacent de l'Ouest à l'Est, c'est-à-dire de la Manche en Hollande. M. Marchal a calculé qu'il se dépose ainsi de nos jours annuellement sur les côtes de la Zéelande, de la Flandre et de Norfolk 10.000.000 m. cubes de sables. Ajoutons y que ces masses sableuses devaient être plus considérables au temps quaternaire, et qu'il s'est formé ainsi le chaînon de dunes qui s'étend du Pas-de-Calais, le long du littoral belge, en Hollande, en Danemark, jusqu'au Skagerrak. Cependant, cette belle hypothèse n'est pas suffisante à nous expliquer tout le diluvium sableux.

Comment expliquer, par exemple, la présence dans ces sables du lignite, de la limonite, des roches rhénanes, ardennaises, vosgiennes, suédoises et norvégiennes? Comment expliquer le mélange de tous ces produits avec ceux qui sont venus de la Bretagne? Cette théorie est donc vraie, mais non applicable d'une manière générale.

La troisième hypothèse est celle de MM. Berendt et Meyn, qui croyaient que les roches scandinaves tombées en poussière et les sables apportés par le glacier scandinave ont donné naissance au diluvium sableux. Remarquons que tous les produits des roches cristallines sont choses

rares dans ces sables diluviens; par exemple, on y trouve de rares lamelles de mica, de rares cristaux de feldspath et de rares fragments de granite, etc., en voie de désagrégation, et là où on les trouve en nombre, comme à Gastel, Oudenbosch, Hoogeloon etc., ces dépôts sableux traduisent bien leur provenance. Ces caractères particuliers manquent aux autres masses sableuses, qui se distinguent par une uniformité générale. Si cette hypothèse pouvait s'appliquer d'une manière générale, on devrait observer au Nord du pays la plus grande puissance des sables, car la glace en recul et en fonte devait y avoir laissé la plus grande masse minérale. Le contraire est vrai : le diluvium sableux est peu développé au Nord. Seule cette hypothèse ne saurait expliquer non plus, ni le grand développement des dépôts sableux au Sud du pays, ni le mélange des différentes roches d'origines si diverses : méridionales, occidentales et septentrionales. Sans vouloir nier toute action glaciaire, il est quand même nécessaire d'en restreindre l'effet, et de limiter son action à la formation d'une partie de la glaise qu'on observe dans les masses sableuses, à l'apport des roches scandinaves, et à un rôle plus subordonné dans la formation des dépôts arénacés.

Une dernière hypothèse est celle de M. Lorié qui, tout en acceptant la théorie de M. Staring, fait exceptionnellement intervenir la Meuse et le Rhin dans les puissantes formations sablonneuses. Nous allons beaucoup plus loin, et nous disons que les eaux du Rhin, de la Meuse, de l'Escaut et de leurs affluents se réunissaient avec les courants de la Scandinavie et de la Bretagne pour ne plus former ensemble qu'un lac immense, à contre-courants nombreux. Cette dernière hypothèse rend compte de la présence des roches de tant d'origines différentes ; de la présence dans ces sables du lignite, de la limonite, de la glaise, etc. ; de la nature en grande partie fluviatile des dépôts arénacés ; de leur puissance énorme au Sud et de leur développement peu appréciable au Nord du pays ; de la présence des blocs métriques, tant cristallins que sédimentaires ; des minces couches de gravier fin ; du passage réel qui existe entre le

diluvium graveleux et le diluvium sableux; de l'uniformité apparente et de la continuité des dépôts arénacés; de la position des sables relativement à celle du gravier; de la disparition des sables tertiaires en Belgique, dans le Limbourg Hollandais et dans la Province Rhénane, etc.

De fait, si l'on examine les terrains tertiaires de ces différents pays, on est surpris de ne plus observer en beaucoup de régions que des lambeaux isolés de sables tertiaires. Les sables éocènes et oligocènes (Landenien ou Bolderien, Bruxellien, Tongrien), ont presque partout disparu au Condroz et aux Ardennes, où l'on n'observe plus que des lambeaux rares de sables conservés dans les dépressions, de sorte que l'érosion quaternaire ne pouvait les atteindre. Ces sables renfermaient in situ de gros blocs de grès blanc, qu'on peut retrouver aujourd'hui en Campine, à Sledderloo, Gelieren, Holsteen-Molenheide, etc., où ils sont vraisemblablement entourés par les sables de leurs gisements primitifs. On a même trouvé à Hellendoorn (Overyssel) et à Oldenbroek (Veluwe) le grès bruxellien à nummulites, qui provient probablement du terrain bruxellien ardennais détruit. La Meuse quaternaire a encore charrié dans ces sables d'autres roches, par exemple les quarzites cambriens, le poudingue de Burnot, les porphyroïdes de Mairus (trouvés à Brée par M. Delvaux), la granulite de St-Etienne lez-Remiremont, le granite-pegmatoïde du Haut du Rhin, le porphyre de Münster de la vallée de la Nahe et le calcaire à crinoïdes de Tournai, trouvé à Oudenbosch. Pour terminer, citons une roche des environs d'Oudenbosch et de Gilzen, savoir : les rognons calcareux-siliceux de l'assise de Kunraede, arrachés peut-être aux massifs crétacés sénoniens des environs de Fauquemont. Ces rognons sont bien nombreux aux environs d'Oudenbosch, ce qui nous donne un renseignement précieux sur la dénudation à grande échelle des terrains tertiaires, qu'on observe au Sud du Limbourg. Dans un travail ultérieur, nous allons prouver que le Limbourg Hollandais a été couvert autrefois par des formations tertiaires nombreuses et épaisses, dont il ne reste plus

aujourd'hui que des traces. Toutes ces masses sableuses ont été transportées dans les régions basses des Pays-Bas par la Meuse quaternaire, et c'est ainsi que s'explique la trouvaille du calcaire de Kunraede près d'Oudenbosch. Quand on jette un coup d'œil sur la carte publiée par M. Van den Broeck (*Bull. de la Soc. géol. de Bruxelles*, t. I, 1887), figurant l'extension primitive des sables diestiens, terrain qu'en Belgique parcourent surtout l'Escaut et ses affluents nombreux, on est frappé d'observer une forte dénudation de ces sables à glauconie et à limonite. Où sont allés ces éléments ? On observe fréquemment dans le Limbourg et dans le Brabant, par exemple à Deurne, Uden, Mil, etc , des masses énormes de limonite souvent exploitée. Ces masses ocreuses qui, d'abord en solution, doivent avoir concrétionné au niveau des argiles, proviennent probablement des terrains diestiens belges, dénudés par les eaux scaldésiennes.

Si l'on examine les sables à lignite des contrées rhénanes, on observe les mêmes phénomènes de dénudation. On retrouve en Hollande les traces de ces terrains transportés : le lignite, le quartz blanc, des roches dévoniennes, un tuf mélaphyrique très volumineux, caractéristique pour les contrées rhénanes, la porphyrite amygdaloïde calcédonieuse d'Idar, etc.

Il a été fait mention de l'apport des sables par les vents et les marées, qui nous viennent de la Manche (il se dépose annuellement 10 millions de m^3 de sables sur les côtes de Norfolk, de la Flandre et de Zéelande). Les vestiges de ce courant breton ont été trouvés près d'Oudenbosch, où nous avons trouvé six galets cristallins typiques pour le Nord de la Bretagne, par exemple, la microgranulite cambrienne à feldspath rose du Trégorrois, un granite de Bretagne, le granite syénitique du Nord de la Bretagne, etc.

Il reste encore à parler du courant scandinave, qui a laissé des traces au Sud du pays, notamment à Gilzen, Gastel, Oudenboch, etc. Parmi les roches bien caractéristiques trouvées aux environs d'Oudenbosch, citons : syénite

éléolithique de Christiania, Rhombenporphyre de Tyveholmen, norite de Hitteroë, Augengneiss scandinave, granite de Röken, amphibolite de Moss, granite de Snarum, porphyre d'Elfdalen, etc., etc.

On peut donc conclure que les sables du Diluvium sableux sont le résultat du concours des eaux du courant moséen, de celles du courant rhénan, de celles du courant scaldésien-breton et enfin, de celles du courant scandinave.

Quelques auteurs ont voulu assigner à ces sables des caractères alluviaux. Il n'en est rien. La trouvaille d'*Elephas primigenius* Blum. fait bonne justice de cette hypothèse.

Le Diluvium Limoneux ou le Loess du Sud des Pays-Bas.

Le limon ou le loess ne couvre que la partie méridionale du Limbourg, en se ralliant d'un côté au limon de la Hesbaye et de l'autre à celui de la vallée rhénane. Il a parfois une puissance de 15 m.

La formation limoneuse du Limbourg est une formation d'eau douce. En voici les preuves.

En premier lieu, c'est la faune fossile des invertébrés, qui accuse nettement des conditions d'humidité. M. Debey [1] a trouvé au Lousberg et au Wilkommsberg d'Aix, les fossiles suivants :

Helix hispida Lin.
» *ericetorum* Müll.
» *obvoluta* »
» *pulchella* »
» *sericea* »

[1] De son côté, M. Dewalque trouva dans le limon hesbayen des environs de Liége les fossiles suivants :

Helix hispida.
Pupa muscorum.
Succinea oblonga.
Bulimus obscurus.
Clausilia laminata.

Achatina lubrica Menke.
» *acicula* Lam.
Clausilia parvula Stud.
Bulimus obscurus Müll.
Suecinea oblonga Drap.

D'autre part, nous avons trouvé dans le Limbourg *Helix hispida, var. concinna* Jeff. *Pupa? Clausilia parvula* Stud. *Planorbis*, etc.

Une deuxième raison, est la trouvaille dans le limon de vertébrés fossiles, qui n'ont pu vivre sans eau abondante.

M. Debey a trouvé des centaines d'os de grenouilles et beaucoup de vertèbres de poissons aux environs d'Aix-la-Chapelle.

Une troisième raison, c'est la présence de fragments osseux de grands pachydermes et de nombreux mammifères. On a trouvé dans le loess, entre Hocht et Smeermaas, au fort Guillaume à Maestricht, à Neerepen, etc., les restes des animaux suivants, qui n'auraient pu vivre dans les conditions de sécheresse que la théorie éolienne exige :

Elephas primigenius Blum.
Rhinoceros tichorhinus Cuv.
Equus caballus »
Arctomys Noae De Bey.
Ursus spelaeus Cuv.
Bos taurus Lin.
Cervus elaphus »
Cervus capreolus »
Sus scropha »
Castor, *Arvicola*, *Capra* } non déterminés.

La quatrième raison, c'est le passage réel du diluvium graveleux au limon. En vérité, au point de contact du loess avec le gravier, on observe que le limon est fort caillouteux et que cette zone limoneuse, parsemée de cailloux, a parfois une épaisseur de 2 m., ce qui indique un remaniement des deux terrains par des eaux agitées.

Une cinquième raison, c'est la présence dans le loess de minces couches de gravier fin, ce qui indique une origine fluviatile, particularité qui s'observe encore souvent dans le loess rhénan.

La sixième raison, c'est la schistosité du loess, comme on le remarque dans un chemin creux entre Margraten et Banholt, ainsi que les parcelles de lignite qu'on y trouve souvent.

Ce lignite et cette nature schistoïde sont de bons caractères de sédimentation dans l'eau.

La dernière raison, c'est la trouvaille à la surface du loess, ou à peu de profondeur dans le loess, de blocs énormes d'origines bien diverses. Nous y avons observé des quartzites ardennais, des quartz blancs rhénans, des blocs de grès oligocènes déplacés, des silex métriques crétacés, et même un Augengneiss scandinave, qui se trouvait dans le limon graveleux de passage. Tous ces erratiques ont été charriés par des courants d'origines différentes sur d'énormes glaçons, de sorte que l'action de l'eau est bien manifeste, depuis la base du limon jusqu'au sommet [1].

A la fin de notre étude, nous avons pu retracer le chemin parcouru par les différents courants diluviens qui ont donné naissance aux formations diluviennes qui viennent d'être décrites.

Ainsi, on trouve les traces du courant moséen au plateau de Langres, à Balan, Charleville, Mézières, Givet, Dave, Wépion (Namur), Visé, Maestricht, Genck, Mil, Mook, etc.

Ainsi, on peut retrouver les vestiges du courant rhénan, à partir des Sept-Montagnes, près de Düsseldorf, Crefeld, Duisburg, Wesel, Calcar, Clèves, Mook, Nymègue, etc.

Ainsi, on observe encore le courant breton, sur les côtes de la Manche, au Pas de Calais, à Renaix, au large d'Ostende, à Oudenbosch et partout au Sud des Pays-Bas.

[1] Les gros blocs de quartzite s'observent aussi bien dans les vallées qu'au sommet des hauts plateaux de 200 mètres d'altitude.

Ainsi enfin, on peut suivre les courants contraires du Nord, à partir du diluvium scandinave et scandinavo-entremêlé, à Zevenbergen, Oudenbosch, Rucphen, Gilzen, Hoogstraeten jusqu'à Gand, point par lequel nous faisons passer la nouvelle limite de la dispersion des blocs scandinaves, qui passera par Bruges, Gand, Bruxelles, Louvain, Hasselt, Aix-la-Chapelle.

Nous avons donc pu constater au Sud des Pays-Bas trois courants diluviens principaux :

1° Le courant scandinave ou le courant du Nord, venu de la Suède et de la Norwège.

2° Le courant rhénan-moséen ou le courant du Sud, venu des Vosges, etc. et des contrées rhénanes.

3° Le courant scaldésien-breton ou le courant de l'Ouest, venu de la Belgique et des côtes françaises.

4° Enfin M. V. Calker a observé près de Groningue le rapakiwi, le granite et le porphyre d'Aland et constaté ainsi, aux limites septentrionales de la Néerlande, un quatrième courant, le courant baltique ou le courant de l'Est, venu de la Finlande.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

Depuis la séance du 16 novembre 1890 jusqu'à celle du 19 juillet 1891 (1).

DONS D'AUTEURS.

J.-B. Ballière et fils. Catalogues mensuels.

Briart. Note sur les mouvements parallèles des roches stratifiées. (Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. XVII, Liége 1890.)

— Note sur une faune marine landenienne dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. (Ibidem, t. XVII, Liége, 1890.)

T.-G. Bonney. On the Cristalline Schists and their Relation to the Mesosoïc Rocks in the Lepontine Alps.

Brusina. Aux observateurs du monde des oiseaux. Instructions et catalogue des oiseaux indigènes. (Societas historico-naturalis croatica) Zagreb, 1890.

— Observations sur le dernier travail de G. Gwyn Jeffeys : Les mollusques recueillis par l'expédition du « Lichtrunget, la Porcupine », 1868-1870.

Dr L. Carez. Iles britanniques. — France. Système jurassique. (Annuaire géologique universel, t. VI, 1889). Paris 1891, 3 broch.

(1) Les ouvrages dont le format n'est pas indiqué, sont in-8°.

Catalogue de l'exposition internationale du livre. Anvers 1890.

Clarke. As Trilobitas do Grez de Ereré e Maecurù estado do Parà, Brasil. (Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro, vol. IX, 1891.)

Cotteau. Note sur quelques Echinides du terrain crétacé du Mexique. Paris, 1890. (Bull. Soc. géol. de France, 3e sér., t. XVIII.)

— La géologie à l'exposition universelle et dans les congrès internationaux de 1889. (Bull. Soc. sc. de l'Yonne, 1890.)

— Les délégués des sociétés savantes à la Sorbonne en 1890. (Bull. Soc. sc. de l'Yonne, 1890.)

— La géologie au Congrès de Limoges en 1890. (Bull. Soc. des sc. hist. et nat. de l'Yonne, 1890.)

Daubrée. Expériences sur les déformations que subit l'enveloppe solide d'un sphenoïde fluide, soumis à des effets de contraction. (Comptes-rendus Acad. des sc. t. CX, 1890.)

— Expérience sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz à hautes températures, dans de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides (Acad. des sciences, t. CXI, 25 nov. 5 et 8 déc. 1890, t. CXII, 19 janv. 1891)

— La génération des minéraux métalliques dans la pratique des mineurs du moyen âge d'après Bergbrichlein. (Journal des savants, juin-juillet 1890.)

E. Delvaux. Terrains tertiaires, études stratigraphique et paléontologique du sous-sol de la Campine, avec coupe, Liége 1891. (Ann. Soc. géol. de Belg., t. XVIII.)

— Discours prononcé sur le cercueil de Jean Ortlieb. (*Ib.*, t. XVIII.)

— Epoque quaternaire. Sur un terme nouveau du quaternaire inférieur observé en Belgique,

avec coupe. Liége, 1891. (Ann. Soc. géol. de Bel., t. XVIII.)

— Époque quaternaire. Découverte d'une molaire d'Elephas antiquus et des restes d'espèces quaternaires éteintes dans les alluvions stratifiées de la colline de Mesvin, par M. A. Lemonier, Liége 1891. (*Ibid.*, t. XVIII.)

— Un dernier mot sur l'homme tertiaire des Spiennes. (Soc. d'Anthropologie de Bruxelles, t. IX, 1890.)

— Epoque quaternaire. Sur un caillou erratique originaire du St-Gothard, recueilli près de Bevest, dans la vallée du Demer, Liége 1891. (Ibid., t. XVIII).

— Les puits artésiens de la Flandre. — Les cailloux de silex roulés, qui constituent la base de l'étage yprèsien dans la ville de Renaix, Liége 1891. (Ibid., t. XVIII).

— Un instrument des temps préhistoriques actuellement en usage parmi les bûcherons aux environs de la ville de Mons. (Bull. soc. d'Anth. de Bruxelles, t. IX, 1890-91.)

— Premiers résultats des recherches zoologiques et anthropologiques entreprises dans les grottes de Bovenlanden (Sumatra), par le Dr Dubois. (Ibid., t. IX.)

Delgado. Relation du Congrès international d'anthropologie de Paris 1889. Lisbonne, 1890.

Marcel De Puydt. Un village préhistorique en Hesbaye. (Soc. d'Anthropologie de Bruxelles. Mars 1890.)

Dewalque, G. Notice sur François-Léopold Cornet. (Annuaire Acad. roy. de Belg., t. LV.) Bruxelles, 1889.

— Eléments de cristallographie. Liége, 1890.

Math. M. Draghicenu. Erlaüterungen zur geologischen Uebersichtskarte des Königreiches Rumanien.

Dulau and Co. — Catalogue. — Reptiles et amphibiens.
Id. id. IX. — Poissons.
Id. id. X. — Oiseaux.

H. Fayol. Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Livre I. Lithologie et stratigraphie, 4e partie par MM. de Launay et Stanislas Meunier.
Livre II. Flore avec atlas, par Renault.
Livre II. Faune (Ichtyologie et Entomologie), avec atlas, par Ch. Brongniart et Emile Sauvage.

H. B. Geinitz. Uber die rothen und bunten Mergel der oberen Dyas bei Manchester. Dresden, 1889, und Nactlägliche Mittheilungen. Dresden, 1890. (Ges. Isis in Dresden.)

J. Gosselet. Deux excursions dans le Hundsrück et le Taunus. (Soc. géol. dn Nord). Lille 1890.

— Etude sur les travaux de Ch. Lory. (Soc. belge de géologie, t. IV.) Bruxelles, 1890.

— Considérations sur le bief à silex de l'Artois. — Les demoiselles de Lihus. (Ann. Soc. géol. du Nord, t. XVII.) Lille, s. d. 2 br.

Hébert. Edmond Hébert. Extrait de la Revue internationale de l'enseignement, du 15 déc. 1890. Extrait du discours de M. Hermite. Extrait du Mémoire de l'association des anciens élèves de l'Ecole normale, du 11 janvier 1891. Paris, 1891. Discours prononcé aux funérailles d'Ed. Hebert, avril 1890. Paris, 1890.

E. Hennequin. Discours prononcé aux funérailles du lieutenant-général Liagre, président d'honneur de la Société belge de géographie.

— Note sur la participation de l'Institut cartographique à l'exposition internationale du livre à Anvers, 1890.

Catalogue de la bibliothèque du Dépôt de la guerre, Brux., 1848. (Don de M. *G. Dewalque.*)

Alfred Jentzsch. Bericht über die geologische Abteilung des Provinzial-Museums der Physikalischen Gesellschaft bei Gelegenheit der Feier des 100 jahriger Bestehens der Gesellschaft, 1890; Könisberg, 1891.

Fernand Levieux. Essai sur le développement de la peinture du paysage et sur les voyages d'artistes aux XVe et XVIe siècles, dans leurs rapports avec l'histoire de l'art en Belgique. Hayez, Bruxelles, 1891.

A. Lossen et Wahnschaffe. Beitrage zur Beurtheilung der Frage nach einer einstigen Vergletschsung der Brocken gebietes. Berlin, 1890. (Jahrb. d. K. für géolog. Landesanstalt, 1889.)

— Analyse du travail de M. V. Frech sur le calvaire à cephalopodes près de Hasselfelde.

Martin. Sur des nouveaux restes de Stegodon à Java. (Königliche Akademie der Wissenschaften in Amsterdam, 1890.)

Nilkitin. Carte géologique générale de la Russie, feuille 57 (Moscou, Kortschewa, Jouriev, Borovsk, Jegorievsk). (Mémoires du Comité géologique, vol. V, n° 1). Dépôts carbonifères et puits artésiens dans la région de Moscou. (Mémoires du Comité géologique, vol. 5, n° 5 et dernier.)

A. P. Paiva e Pono. Les champs d'or. (Soc. de géographie de Lisbonne.) Lisbonne, 1891.

Dr Peterman. L'analyse du sol. Méthode employée à l'Institut agricole de Gembloux. Bruxelles, 1891.

Preswich. Relation of the Westleton Beds or Pebbly Sands of Suffolk to those of Norfolk and on Their extension Inland, 1, 2, 3 parties.

— On the Age, Formation, au successive Drift-stages of the Valley of the Darent ; with Remarks on the Palæolithic Implements of the District and of the Origin of its Chalk Escarpment (Quarterly Journal of the Geological Society, vol. XLVII.) London, 1891.

G. Rayet. Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le dép. de la Gironde, de juin 1888 à mai 1889.

E. Renevier. Envahissement graduel de la mer éocénique aux Diablerets.

— Origine et âge du gypse et de la Cornieule des Alpes vaudoises.

— Transgressivité inverse (Eclogæ Geologicæ Helvestiæ, vol. 11; Lausanne 1891).

Rapports annuels des Conservateurs des musées d'histoire naturelle de Lausanne (don de M. Renevier).

Rizzo. Observations météréologiques de 1889, faites à l'observatoire de l'Université de Turin.

Ronkar. Sur l'épaisseur de l'écorce terrestre.

— Sur l'entrainement mutuel de l'écorce et du noyau terrestre en vertu du frottement intérieur. (Bull. Ac. roy. de Belg., 3e sér., t. XVIII.) Bruxelles, 1889.

— Réponse à la notice de M. Liagre. (Ibid , t. XVIII.)

F. V. Sandberger. Nachträgliche Bemerkungen zu meiner Abhandlung: « Ueber Steinkohlenformation und Rothliegendes im Schwarzwald. »

Sherrard. Rules for Electrical Installations by thé Victorian Institute of Engineers.

Schmitz. Les dernières recherches bryozoologiques du docteur Pergens. (Soc. scient. de Bruxelles, 1890.)

C. Schmitz. La flore houillère du bassin de Valenciennes.

C. Ubaghs De voor-Romeinsche Begraafplaatsen tusschen Weert en Buden en Nederweert-Leveroy. Amsterdam, 1890.

H. Van Capelle. Geologische Resultate van eenige in West-Drenthe en in het Oostelijk dell van Overijssel verrichte grondboringen (Mémoires Acad. des sciences d'Amsterdam). Amsterdam 1890.

ÉCHANGES.

Europe.

BELGIQUE.

Anvers. Société royale de géographie. *Bulletin,* t. XV, fasc. 2, 3, 4, 1890-1891.

Bruxelles. Académie royale de Belgique. *Annuaire,* 1891. *Bulletin*, sér. 3, t. XX, nos 9 à 12; t. XXI, nos 1 à 7, 1891; t. XXII, nos 8 à 12, 1891. *Mémoires* in-8°, t. XLIV, 1891. *Mémoires* in-4°, t. XLVII, 1889.

— Annales des travaux publics de Belgique, t. XLVIII, cahiers 1, 2, 3, 4, 1891.

— Bibliographie de Belgique, an. XVI, 1890-1891.

— Fédération des Sociétés d'archéologie et d'histoire de Belgique, t. VII, session de Bruxelles, 1891.

— Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. *Bulletin,* t. IV, fasc. 1-3, 1890; t. V, fasc. 1, Bruxelles 1891.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin,* an. XIV; nos 5-6, 1890; an. XV, nos 1-6, 1891.

— Société royale malacologique de Belgique. *Annales,* t. XXVI, 1890.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles,* 1890-1891.

— Société scientifique. *Annales,* 1889-1890.

— Société belge de miscroscopie. *Annales,* t. XV. *Bulletin,* t. XVII, nos 1-10, 1891.

— Carte générale des mines, Bassin houiller de Mons, 1889.

Charleroi. Société paléontologique et archéologique. *Documents* et *rapports,* t. XVII, 1891.

Liége. Société royale des sciences, 2e série, t. XVII, 1891.

Mons. Société des ingénieurs sortis de l'Ecole spéciale

d'industrie et des mines du Hainaut. *Publications*, t. XXI, t. XXII, 1889-1891.

Mons. Société des sciences, arts et lettres du Hainaut. série V, t. II et t. III, 1890, 1891.

ALLEMAGNE.

Augsbourg. Naturhistorischer Verein. *Jahresbericht*, 30*ter*. Bericht, 1890.

Berlin. K. preussische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, 1890, nos XLI-LIII.

— Deutsche geologische Gesellschaft. *Zeitschrift*, 1890, vol. XLI, fasc. 3-4; vol.XLII, nos 1-4, vol. XLIII, no 1-2, 1890-1891.

— K. preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie. *Jahrbuch*, 1889.

— Geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, vol. X, 3e fasc , 1891.

— Gesellschafft für Erdkunde. *Verhandlungen*, vol.XVII, nos 8-10, 1890; vol. XVIII, nos 1-10, 1891; *Zeitschrift*, vol. XXVI, nos 1-6, 1891.

Bonn. Naturhistorischer Verein. *Verhandlungen*, Jahrg. XLVII, Hft. 2, 1890; XLVIII, 1891.

Brême. Naturwissenschaftlicher Verein. *Abhandlungen*, Bd. XII, Hte. 1, 1891.

Breslau. Schlesische Gesellschalt für vaterländische Cultur. *Jahresbericht*, 1890, 2 vol.

Brunswick. Verein für Naturwissenschaften. *Jahresbericht*, t. VI, 1887-1889.

Cassel. Verein für Naturkunde, *Bericht*, vol. XXI, nos 2-3, vol. XXII, nos 1-4, 1890.

Dantzig. Naturforschende Gesellschaft, *Schriften*, Bd. X, 1891.

Darmstad. Verein für Erdkunde. *Notizblatt*, Folge 4, Hte. 11, 1890.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. *Sitzungsberichte und Abhandlungen*, 1889, janvier à juin.

Francfort-sur-Mein. Physikalischer Verein. *Jahresbericht,* 1889-1890.

— Senckenbergische naturforschende Gesellschalt. *Jahresbericht,* 1890. *Abhandlungen* in-4°, Bd. XVI, Hte. 2, 1890.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen. *Mittheilungen,* Jahrg. XXII. 1890.

— Geographische Gesellschaft, t. IV, 1891.

Halle-sur-la-Saale. Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen. *Zeitschrift für Naturwissenschaften* Bd. LXIII, Hte. 1-6, 1890.

— Verein für Erdkunde. *Mittheilungen,* 1890.

Königsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. *Schriften,* Jahrg. XXX-XXXI, 1889-1890.

Leipzig. Verein für Erdkunde. *Mittheilungen,* 1890.

— Wissenschaftliche Veroffentlichangen der Vereins für Erdkunde; vol. I, 1891.

Magdebourg. Naturwissenschaftlicher Verein. *Jahresbericht und Abhandlungen,* 1890.

Metz. Verein für Erdkunde. *Jahresbericht,* Bd. XIII, 1891.

— Académie, Mémoires ; vol. XVI, 1887.

Munich. K. bayerische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte,* 1890, Hte. 4; 1891. Hte. 1-3.

Strasbourg. Geologische Landes-Aufnahme Von Elsaas-Lothringen. *Abhanlungen,* Bd. III, Hte. 5; *Mittheilungen,* Bd. II, Hte. 2; Bd. III, Hte. 1-2, 1890.

Wiesbaden. Nassauischer Verein fur Naturkunde. *Jahrbuch,* Jahrg. XLIII, 1890.

AUTRICHE-HONGRIE.

Brünn. Naturforschender Verein. *Verhandlungen,* Bd. XXVIII, 1889. *Bericht der meteorologischen Commission,* VIII, 1888.

Budapest. K. ungarische geologische Anstalt. *Mittheilungen,* Bd. IX, Hte, 2-5, 1890. *Zeitschrift,* Bd. XX, nos 1 à 12,1890. *Jahresbericht,* 1889.

— Erlauterungen zur Geologischen specialkarte der Lander der Ung. Krone. Dr Anton Koch. Umgebrungen von Torda (Blatt *zone* 19, col. XXIX).

— Magyar nemzeti Muzeum. *Termeszetrajzi füzetek,* vol. XIII, nos 2-4; vol.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften. *Verhandlungen und Mittheilungen,* Jahrg. XL, 1890.

Prague. K. böhmische Gesellschaft der Wissenschriften. *Abhandlungen,* vol. VII, Bd. 3-4, 1890. *Jahresbericht,* 1891. *Sitzungsberichte,* 1890.

Trieste. Societa Adriatica di scienze naturali. *Bollettino,* vol. XIII, 1890, p. 1.

Vienne. K. k. Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte,* Bd. XCIX, Hte 4-10, 1890.

— K. k. naturhistorisches Hofmuseum. *Annalen,* Bd. VI, nos 1-4, 1891.

— K. k. geologische Reichsanstalt. *Jahrbuch,* Bd. XXXIX, nos 1, 2, 3, 4; XL, nos 1 et 2, 1890. *Verhandlungen*, 1890, nos 6-18; 1891, nos 1-18.

— Verein der Geographen an der Universität. *Bericht,* Jahrg. XVI, 1890.

ESPAGNE.

Madrid. Comision del mapa geologico de Espana, t. XVI, 1890.

— Mapa geologico de Espana, nos 6, 8, 12, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 31, 32.

FRANCE.

Angers. Société d'études scientifiques. *Bulletin,* années XIX, 1890.

— Société nationale d'agriculture, sciences et arts. *Mémoires,* sér. 4, t. II et III, 1890.

Besançon. Société d'Emulation du Doubs. *Mémoires,* sér. 6, vol. IV. 1890.

Beziers. Société d'étude des sciences naturelles. *Bulletin,* t. XI, 1888; t. XII, 1889.

Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles. *Mémoires,* sér. 3, t. V, n° 2, 1890.

— Société linnéenne. Actes t. XLIII, 1889.

Caen. Société linnéenne de Normandie. *Mémoires,* sér. 4, vol. III, 1888-1889; vol. IV, 1889-90.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques. *Mémoires,* t. VI, 1889.

Colmar. Société d'histoire naturelle. *Bulletin,* 1886-1888, 1 vol.

Dax. Société de Borda. *Bulletin,* an. XV, 1890 ; an. XVI, trim. 1-2, 1891.

Le Mans. Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe, t. XXIV, fasc. 4, 1890 ; t. XXV, fasc. 1-2, 1891.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales,* t. XVIII, n°s 1 à 5, 1890; t. XIX, n° 1, 1891.

Lyon. Société des sciences industrielles. *Annales,* 1890, fasc. 1-4, 1890.

Nancy. Académie Stanislas. *Mémoires,* sér. 5, t. VII, 1890.

— Société des sciences. *Bulletin,* sér. 3, vol. IX, fasc. 23, 1891 ; t. X, fasc. 24, 1891.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus,* in-4°, t. CXI, n°s 20-26; t. CXII, n°s 1 à 26, 1891; t. CXIII, n°s 1 à 26, 1891.

— Annales des Mines, sér. 8; t. XVIII, 1890; t. XIX-XX, 1891.

— Feuille des jeunes naturalistes, année 21e, n's 243 à 254, 1891. *Catalogue de la Bibliothèque,* fasc. 10-13, 1891.

— Le Naturaliste, sér. 2, n°s 89-116, 1891.

— Société française de minéralogie. *Bulletin,* t. XIII, n°s 8-10; t. XIV, n° 1-8, 1891.

— Société géologique de France. *Bulletin,* sér. 3 ; t. XVIII, n°s 8-9, 1890 ; t. XIX, n° 1-7, 1891.

Rouen. Société des amis des sciences naturelles. *Bulletin*, t. XXV et t. XXVI, 1890, 1891.

Toulouse. Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. *Mémoires*, sér. 9 ; t. II, 1890.

— Société académique franco-hispano-portugaise. *Bulletin*, t. X, n° 2-4, 1890.

— Société d'histoire naturelle. *Bulletin trimestriel*, t. XXIII, juillet-septembre 1890 ; t. XXIV, janvier-juillet, 1891.

Verdun. Société philomathique. *Mémoires*, t. XII, 1890.

ILES-BRITANNIQUES.

Edimbourg. Geological Society. *Transactions*, vol. VI, part 2, 1890.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, vol. XLIX, n°s 296-301, 1890 ; vol. L, n°s 302-305, 1891.

— Geological Society. *Quarterly journal*, vol. XLVII, n°s 185 to 188, 1891.

— Mineralogical Society. *Mineralogical Magazine and Journal*, vol. IX, n°s 43 and 44, 1890.

Manchester. Litterary and philosophical Society, *Mémoires*, série IV, t. IV, 1890-1891.

Newcastle-s-T. North of England Institute of mining and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. XXXIX, parts 1-2, 1 ; vol. XL, parts 1-4, 1891.

ITALIE.

Bologne. Accademia reale delle scienze dell' Istituto. *Reddiconti delle sessioni*, 1889-1890. *Memorie* in-8°, ser. 4, t. X, 1890.

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Atti*, ser. 4, t. II, 1890. *Bollettino mensile*, nuov. ser., fasc. XIV-XXII, 1891.

Modène. Regia accademia di scienze, lettere ed arti. *Memorie*, ser. 2, tomo VII, 1889-1890.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconti* in-4°, ser. 2, vol. V, fasc. 1-12, 1891.

Padoue. Società veneto-trentina di scienze naturali. *Atti,* vol. XII, fasc. 1, 1891. *Bollettino,* t. V, nos 1, 1890-1891.

Pise. Societa toscana di scienze naturali, *Atti, Processi-verbali,* vol. VIII, janvier, mars, mai, 1891.

Rome. Reale Accademia dei Lincei. *Atti, Rendiconti* in-4°, ser. 4, vol. VII, nos 1-12, 1891. *Atti, Memorie* in-4°, 1er sem.

— Reale Comitato geologico d'Italia. *Bollettino,* t. XX, nos 4-12, 1889.

— Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emmanuele. *Bollettino delle opere moderne straniere,* vol. V, 1890, vol. VI, nos 1-10, 1891.

Turin. Reale Accademia delle scienze. *Atti,* vol. XXVI, nos 1 à 15, 1891.

Udine. Reale Istituto tecnico Antonio Zanon. *Annali scientifici,* ser. 2, anno VIII, 1890.

Venise. Reale Istituto veneto. *Atti,* série 7me, t. II, 1890-1891.

LUXEMBOURG.

Luxembourg. Institut grand-ducal des sciences, t. XXI, 1891.

PAYS-BAS.

Amsterdam. Académie royale des sciences. *Verslagen en Mededeelingen,* année 1890.

Delft. Ecole polytechnique. *Annales,* t. VI; t. VII, liv. 1, 1891.

Harlem. Société hollandaise des sciences. *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles,* t. XXIV, livr. 4-5, 1890; t. XXV, livr. 1-4, 1891.

— Musée Teyler. *Archives,* sér. 2, vol. III, part. 5-6, 1891.

PORTUGAL.

Lisbonne. Commissao dos trabalhos geologicos de Portugal. *Communicaçoes,* Recueil d'études paléontologiques 1890.

— Sociedade de geographia. *Boletim,* ser. X, nos 1-5, 1890-1891.

RUSSIE.

Ekatherinenbourg. Société ouralienne d'amateurs des sciences naturelles. *Bulletin,* t. XII, n° 1, 1889.

Helsingfors. Finlands geologiska undersokning. *Kartbladet,* nos 16-17, 1891.

Kiew. Société des naturalistes. *Mémoires,* t. XI, livr. 2-4, 1890 (en russe).

Moscou. Société impériale des naturalistes. *Bulletin,* nlle série, t. IV, n° 1, 1891.

St-Pétersbourg. Comité géologique. *Bulletin,* t. VIII, nos 9-10, 1869-1890, t. IX, nos 1-10, 1890. *Mémoires* in-4°, vol. VIII, n° 2; vol. X, n° 1, 1889-1890.

— Société des naturalistes, vol. XXI, fasc. I, 1890.

— Académie impériale des sciences, Mémoires, 7me série, t. XXXVI, n° 5, 1888.

SUÈDE ET NORWÈGE.

Tromsö. Museum-Aarshefter, 1890.

SUISSE.

Berne. Naturforschende Gesellschaft. *Mittheilungen,* 1891.

— Société géologique suisse. *Recueil périodique,* vol. II, nos 2-5, 1890.

Asie.

EMPIRE BRITANNIQUE DE L'INDE

Calcutta. Asiatic Society of Bengal. *Proceedings,* nos 4-10, 1890; nos 1-6, 1891; vol. LIX, part II, nos 2-5, suppl. no 2, 1890.

— Geological Survey of India. *Records,* vol. XXIII, part. 4, 1890; vol. XXIV, part. 2, 1891.

Amérique.

CANADA.

Montréal. Royal Society of Canada. *Proceedings and Transactions,* in-4°, vol. VIII, 1891.

— Geological Survey of Canada, vol. III, 1891.

— Canadian Palæontology, vol. I, part 3.

Ottowa. Geological Survey. Rapport annuel, vol. III, 1887-1888.

Toronto. Canadian Institute. Annual report, 1886-1887.

CONFÉDÉRATION ARGENTINE.

Buenos-Aires. Museo publico. *Anales,* no 17, 1891.

— Revista argentina de Historia natural, t. I, nos 3-5, 1891.

— Academia de sciencias exactas de Cordoba, t. XI, Entrega 4, 1891.

ÉTATS-UNIS.

Boston. American Academy of arts and sciences. *Proceedings,* new series, t. XVII, 1890.

— Society of natural history. *Proceedings,* vol. XXIV, parts 3 and 4, 1889.

Cambridge. Museum of comparative Zoölogy. *Bulletin,* t. XX, nos 3-8, 1890; t. XXI, no 1, 5, 1891.

Denver. Colorado scientific Society. *Proceedings,* vol. III, part. 2, 1889.

Halifax. Nova Scotia institute of natural science. *Proceedings*, vol. VII, part. 3-4, 1890.

Minneapolis. The Geological and Natural history Survey 18e annual report, 1890.

New Haven. American journal of science, vol. XL et XLI, 1891.

— Connecticut Academy of arts and sciences. *Transactions*, vol. VIII, p. 1, 1890.

New York. Academy of science. *Annals*, vol. V, nos 4-8, 1890.

— Geological Survey, vol. VI, 1887; vol. VII, 1888.

— American Museum of natural history. *Bulletin*, vol. III, no 1, 1890. *Annual reports* for 1889-1890.

— State Museum of natural history. *Bulletins*, t. II, nos 7-10; t. III, nos 1-6.

— *Science* in-4o, vol. XVI et XVII, 1890-1891.

Sacramento. State mineralogist. *Annual report* 1888.

Salem. American Association for the advancement of science. *Proceedings*, vol. XXXIX, 1890.

San Francisco. California Academy of sciences. Occasional Papers, t. I, II, 1890.

Topeka. Kansas Academy of Science. *Transactions*, vol. X, 1887, vol. XI, 1890.

Washington. Geological Survey of the territories. *Bulletin*, ns 58-66, 1891. *Monographs*, vol. I, 1890. *Annual report* 1887-1888.

— Departement of the interior. — Mineralogical resources, 1890. United states geographical Surveys, vol. I, 1889.

— Smithsonian Institution. *Annual report* 1888-1889.

Mexique.

Mexico. Sociedad cientifica « Antonio Alzate ». *Memorias*, t. IV, 1890.

AUSTRALIE.

Melbourne. Royal Society of Victoria. *Natural history of Victoria. Prodromus of the zoology of Victoria*, decades XV-XVIII, 1889.

Sydney. Linnean Society of New South Wales. *Proceedings*, sér. 2, vol. IV, part. 2-4; vol. V, 1890.

— Royal Society of New South Wales. *Journal and proceedings*, vol. XXIV, 1890.

ERRATA.

P. CV, ligne 19, au lieu de " assise des Ecaussines, „ lisez : " assise du calschiste de Tournai. „

P. 129, 133 et 136, au lieu de " *Lingula prismatica*, Montf, „ lisez " *Lingula Dumortieri*, Nyst. „

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Liste des membres effectifs	5
Liste des membres honoraires	19
Liste des membres correspondants	21
Tableau indicatif des présidents de la Société depuis sa fondation.	25
Composition du Conseil pour l'année 1890-91. . .	27

BULLETIN.

Assemblée générale du 16 novembre 1891. . .	III
Rapport du secrétaire général	III
Rapport du trésorier	VII
Projet de budget pour l'année 1890-1891	X
Réclamation contre la publication des *Annales* par fascicules	XI
Élections	XII
Séance ordinaire du 16 novembre 1890 . . .	XIII
Ouvrages offerts.	XIII
CH. DE LA VALLÉE POUSSIN. — Note sur les rapports des étages tournaisien et viséen de M. Dupont, avec son étage waulsortien. (Présentation.)	XV
C. MALAISE.—Sur la position probable de quelques roches cristallines du Brabant dans la série stratigraphique	XVI
Séance du 21 décembre 1890.	XVIII
Ouvrages offerts.	XVIII
Lecture des rapports de MM. Briart, Lohest et Firket sur un travail de M. Forir, intitulé : Quelques particularités remarquables de la planchette de Herve : roches crétacées, argile à silex, phosphate de chaux, sable et argiles tertiaires.	XIX
M. LOHEST. — Sur la position géologique des couches qui ont contribué à la formation des dépôts de phosphate de chaux de la Hesbaye .	XIX

Pages.

Observations de M. FORIR et de M. FIRKET . . . XXII
M. FORIR. — Espèces non encore citées du phosphate de chaux de la Hesbaye XXIV
L. L. DE KONINCK. — Cinabre artificiel XXV
CESARO, LOHEST, DESTINEZ, FIRKET. — Sur la barytine XXVI
Séance du 18 janvier 1891. XXVI
Dons d'auteurs XXVII
G. CESARO. — Étude des cristaux de cinabre obtenus par L. L. de Koninck, par l'action de l'air sur une solution de sulfure mercurique dans le sulfure sodique. XXVIII
G. CESARO. — Observations sur la méthode employée par M. De Koninck pour la reproduction du cinabre. XXIX
G. CESARO. — Idées sur le mode de formation de la barytine de Rumelange. XXX
X. STAINIER. — Études sur l'assise de Rouillon. (Présentation.). XXXII
Séance du 15 février 1891. XXXII
AD. FIRKET. — Discours prononcé sur la tombe de R. Malherbe XXXII
AD. FIRKET. — Liste des publications de R. Malherbe XXXIV
Don d'auteur. XXXVIII
J. CORNET. — De la nature et de l'origine du phosphate de chaux des environs de Mons, par A.-F. Renard et J. Cornet. (Analyse.). . . . XXXVIII
A. ERENS. — Recherches sur les formations diluviennes du sud des Pays-Bas. (Présentation.) XXXVIII
G. CESARO. — Sur le mode de formation de la barytine XXXVIII
G. CESARO. — Barytine aciculaire du Bleyberg. . XL
G. CESARO. — Sur un minéral provenant de Quenast, qui est probablement de l'adulaire. . . XL
Séance du 15 mars 1891. XLI
Correspondance. — Refus de subside par le gouvernement XLII
Envoi du diplôme et de la médaille d'or obtenus par la Société à l'Exposition universelle de Paris, en 1889. XLII
Dons d'auteurs XLIII

Pages.

Lecture des rapports de MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et Ad. Firket, sur un mémoire de M. Stainier, relatif au poudingue de Burnot, au bord septentrional du bassin de Namur. XLIII

Lecture des rapports de MM. P. Cogels, baron O. van Ertborn et G. Dewalque, sur un mémoire de M. de Stefani, intitulé : Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. XLIV

Rapport de M. P. COGELS sur ce mémoire. . . . XLIV

V. DORMAL. — Observation au sujet du compte rendu de l'excursion de la Société dans la vallée de l'Orneau en 1889. XLVIII

Observations de MM. Stainier, Lohest et Dewalque à la suite de cette lecture. L

Réponse de M. Dormal. LI

G. DEWALQUE. — Deux fossiles nouveaux du devonien de l'Orneau. LII

X. STAINIER. — Découverte du cinabre en Belgique. LII

X. STAINIER. — Concrétions ferrugineuses des psammites du Condroz. LV

Observations de M. Lohest et de G. Dewalque, sur la communication précédente. LVI

X. STAINIER donne lecture de cinq notes : Limite de l'ahrien et du burnotien sur le littoral du Condroz ; le Poudingue de Naninne à Strud et à Dave ; les Failles de Samson ; le Terrain houiller à Salzinne ; le Grès blanc de Maizeroul. . LVI

G. CESARO. — Adulaire de Quenast. LVII

G. CESARO. — La prehnite de Quenast. LVIII

G. DEWALQUE. — Sur quelques fossiles des ardoises de Warmifontaine (Neufchâteau.) . . LXI

Séance du 19 *avril* 1891. LXII

Dons d'auteurs LXII

X. STAINIER. — Les carrières de calcaire devonien de Rhisnes LXIII

X. STAINIER. — Anthracite et blende dans les calcaires devoniens de Rhisnes et de Bovesse . . LXVIII

É. DELVAUX. — Sur un terme nouveau du quaternaire. (Présentation.). LXIX

M. LOHEST. — Conglomérats à noyaux schisteux des psammites du Condroz. (Présentation.) LXIX

Pages.

Observations de M. X. Stainier à la suite de cette communication LXIX

G. CESARO. — Sur les notations compliquées des cristaux de calcite et sur l'influence directrice du noyau sur les couches de seconde formation. (Présentation.). LXIX

Séance du 19 *mai* 1891 LXIX

Dons d'auteurs LXX

Lecture des rapports de MM. Briart, Dewalque et Firket sur un mémoire de M. Delvaux: Sur un terme nouveau du quaternaire inférieur trouvé en Belgique. LXXI

H. FORIR. — Relation entre l'étage landenien belge et les couches inférieures du système éocène du bassin de Paris, d'après MM. von Koenen et Gosselet LXXI

A. BRIART. — Sur le paléocène LXXV

X. STAINIER. — Sur les grains feldspathiques des grès devoniens. LXXV

M. LOHEST. — Même sujet. LXXVI

G. CESARO. — Communication préliminaire sur un cas de réfraction conique interne dans l'aragonite LXXVIII

G. CESARO. — Cristaux de vanadinite présentant nettement les caractères du groupe dihexaédrique anomal LXXIX

G CESARO. — Observations sur le prisme primitif des minéraux du groupe de l'apatite LXXXI

G. CESARO. — Cristaux de sidérose présentant le scalénoèdre $\frac{1}{3} = 621$. LXXXII

X. STAINIER parle de la puissance du houiller inférieur aux environs de Namur LXXXIII

Séance du 21 juin 1891 LXXXIV

M. MOURLON. — Appel aux géologues en faveur de la bibliothèque de la Commission de la carte géologique LXXXIV

Dons d'auteurs LXXXVII

G. CESARO. — La Hatchettine et l'Ozocérite . . LXXXVIII

É. DELVAUX.—Découverte d'une molaire d'*Elephas antiquus* et de restes d'espèces quaternaires éteintes dans les alluvions stratifiées de la

Pages.

colline de Mesvin, par M. A. Lemonnier, ingénieur-directeur des usines de Bélian. . . XC
É. DELVAUX. — Sur un caillou erratique, originaire du St-Gothard, recueilli près de Beverst, dans la vallée du Demer XCV
É. DELVAUX. — Sur les cailloux de silex roulés constituant la base de l'étage yprésien sous la ville de Renaix. (Présentation.) XCVIII
É. DELVAUX. — Les puits artésiens du Hainaut occidental. (Présentation.) XCVIII
É. DELVAUX. — Les puits artésiens de la Flandre. (Présentation.) XCIX
Séance du 19 juillet 1891. XCIX
MM. LOHEST et STAINIER sont délégués au Congrès géologique international de Washington XCIX
Dons d'auteurs C
Lecture des rapports sur les notes de M. Delvaux relatives aux puits artésiens du Hainaut occidental et de la Flandre C
G. DEWALQUE présente des silex taillés recueillis à Grimonster (Ferrières) C
X. STAINIER. — Présence du crétacé à Gesves et aux environs de Namur. CI
É. DELVAUX présente du calcaire carbonifère d'Hacquegnies et parle de l'allure souterraine de ce calcaire entre Renaix et Tournai. . . . CIV
L. PIEDBŒUF présente divers fossiles CVI
M. LOHEST.— Observations à la suite de la communication précédente CVI
X. STAINIER. — Idem. CVI
M. LOHEST. — Sur le transport et le déplacement des cailloux volumineux de l'Amblève. . . . CVII
G. SOREIL.—Observations sur cette communication. CIX
Commission de comptabilité CX
Session extraordinaire. CX

MÉMOIRES.

C. DE LA VALLÉE-POUSSIN.— Note sur les rapports des étages tournaisien et viséen de M. E. Dupont avec son étage waulsortien 3
H. FORIR. — Quelques particularités remarquables

Pages.

de la planchette de Herve. Roches crétacées, argiles à silex, phosphate de chaux, sable et argiles tertiaires. 15

X. STAINIER. — Etude sur l'assise de Rouillon . . 25

X. STAINIER. — Limite de l'ahrien et du burnotien sur le littoral du Condroz 43

X. STAINIER. — Le poudingue de Naninne à Strud et à Dave 47

X. STAINIER. — Les failles de Samson. 53

X. STAINIER. — Le terrain houiller à Salzinnes-les-Moulins 59

X. STAINIER. — Le grès blanc de Maizeroul. . . 61

G. CESARO. — Sur les notations compliquées des cristaux de calcite. Action directrice des cristaux de première formation sur ceux qui prennent naissance autour d'eux. Existence du scalénoèdre $d^1/_{41}$, d^1, $d^1/_{63}$ à Rhisnes et de la forme $d^1/_{154}$, $d^1/_{67}$, $b^1/_{92}$ au Lac Supérieur . . 63

É. DELVAUX. — Sur un terme nouveau du quaternaire inférieur observé en Belgique 75

É. DELVAUX. — Etude stratigraphique et paléontologique du sous-sol de la Campine, d'après des documents nouveaux provenant d'un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn, dans l'établissement colonial de Merxplas, situé sur l'arête de partage des bassins de la Meuse et de l'Escaut 107

É. DELVAUX. — Les puits artésiens de la Flandre. Premières données sur le territoire d'Anseghem, obtenues par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Cyrille Heise . 157

É. DELVAUX. — Les puits artésiens du Hainaut occidental. — Sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix, constatée par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Houcart, à Arc-Aisnières 165

É. DELVAUX. — Les cailloux de silex roulés constituant la base de l'étage ypresien sous la ville de Renaix, observés dans un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn, dans l'établissement de M. Dopchie-Denone 181

Pages.

M. LOHEST. — Sur la signification des conglomérats à noyaux schisteux des psammites du Condroz 195

Ch. DE STEFANI. — Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée 201

BIBLIOGRAPHIE.

J. CORNET. — De la nature et de l'origine du phosphate de chaux des environs de Mons, par A. F. Renard et J. Cornet 3

A. ERENS. — Recherches sur les formations diluviennes du sud des Pays-Bas, par A. Erens . . 15

Liste des ouvrages reçus 33

ERRATA. 51

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS.

A. Briart. Paléocène, LXXV.

G. Cesaro. Barytine, XXVI. Cinabre, XXVIII, XXIX. Barytine de Rumelange, XXX. Barytine, XXXVIII, XL. Adulaire de Quenast, XL, LVII. Prehnite, LVIII. Réfraction conique interne, LXXVIII. Groupe de l'apatite, LXXXI. Sidérose, LXXXII. Hatchettine et Ozocérite, LXXXVIII. Notations compliquées. Influence directrice des noyaux, etc., 63.

P. Cogels. Rapport sur le mémoire de M. de Stefani, XLIV.

J. Cornet. Analyse du mémoire sur la nature et l'origine du phosphate de chaux, par A. Renard et J. Cornet. *Bibliographie,* 3.

L.-L. De Koninck. Cinabre artificiel, XXV.

E. Delvaux. *Elephas antiquus* à Mesvin, XC. Erratique du St-Gothard, XCV. Calcaire carbonifère de Hacquegnies, CIV. Terme nouveau du quaternaire, 75. Sous-sol de la Campine, 107. Puits artésiens de la Flandre, 157. Puits artésiens du Hainaut, 165. Base de l'ypresien sous Renaix, 181.

P. Destinez. Barytine, XXVI.

G. Dewalque. Rapport du secrétaire-général, III. Deux fossiles nouveaux, LII. Fossiles des ardoises de Warmifontaine, LXI. Silex taillés de Grimonster, C.

V. Dormal. Observation au sujet du compte rendu de l'excursion dans la vallée de l'Orneau, XLVIII.

A. Erens. Formations diluviennes des P.-B., *Bibliographie*, 15.

Ad. Firket. Barytine, XXVI. Discours sur la tombe de R. Malherbe, XXXII. Liste des publications de R. Malherbe, XXXIV.

H. Forir. Fossiles du phosphate de chaux, XXIV. Landenien belge et éocène inférieur, LXXI. Planchette de Herve, 15.

J. Libert. Rapport du trésorier, VII.

M. Lohest. Couches qui ont contribué à la formation des phosphates de chaux, XIX. Barytine, XXVI. Feldspath des grès devoniens, LXXVI. Observations sur des fossiles présentés par M. Piedbœuf, CVI. Transport des cailloux de l'Amblève, CVII. Conglomérats à noyaux schisteux des psammites du Condroz, 195.

C. Malaise. Position de roches cristallines du Brabant, XVI.
M. Mourlon. Appel aux géologues, LXXXIV.
L. Piedbœuf. Présentation de fossiles, CVI.
G. Soreil. Transport des cailloux par les cours d'eau, CIX.
X. Stainier. Cinabre, LII. Concrétions des psammites du Condroz, LV. Calcaire de Rhisnes, LXIII. Anthracite et blende dans les calcaires devoniens, LXVIII. Feldspath des grès, LXXV. Houiller de Namur, LXXXIII. Crétacé à Gesves, CI. Observation à l'occasion des fossiles présentés par M. Piedbœuf, CVI. Assise de Rouillon, 25. Limite de l'ahrien, 43. Poudingue de Naninne. 47. Failles de Samson, 53. Grès blanc de Maizeroul, 61.
C. de Stefani. Tertiaire supérieur du bassin de la Méditerranée, 201.
Ch. de la Vallée Poussin. Rapports du tournaisien et du viséen avec le waulsortien, 3.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

A

Adulaire. Sur un minéral provenant de Quenast, qui est probablement de l' —, par G. Cesàro, p. XL. — de Quenast, par G. Cesàro, p. LVII.

Ahrien. Limite de l' — et du burnotien sur le littoral du Condroz, par X. Stainier, p. XLIII.

Amblève. Sur le transport et le déplacement des cailloux volumineux de l' —, par M. Lohest, p. CVII. = Observations sur cette communication, par G. Soreil, p. CIX.

Anseghem. Les puits artésiens de la Flandre. Premières données sur le territoire d' —, obtenues par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Cyrille Heise, par E. Delvaux, p. 157.

Anthracite — et blende dans les calcaires devoniens de Rhisnes et de Bovesse, par X. Stainier, p. LXVIII.

Apatite. Observations sur le prisme primitif des minéraux du groupe de l'—, par G. Cesàro, p. XXXI.

Aragonite. Communication préliminaire sur un cas de réfraction conique interne dans l' —, par G. Cesàro, p. LXXVIII.

Ardoises. Sur quelques fossiles des — de Warmifontaine (Neufchâteau), par G. Dewalque, p. LXI.

Argiles à silex. Quelques particularités remarquables de la planchette de Herve. Roches crétacées, —, phosphate de chaux, sable et argile tertiaires, par H. Forir, p. 15.

B

Barytine. Idées sur le mode de formation de la — de Rumelange, par G. Cesàro, p. XXX. = Sur le mode de formation de la —, par G. Cesàro, p. XXXVIII. = Sur la —, par Cesàro, Lohest, Destinez, Firket, p. XXVI. = — aciculaire du Bleyberg, par G. Cesàro, p. XL.

Bassin de Paris. Relation entre l'étage landenien belge et les couches inférieures du système éocène du —, d'après MM. von Koenen et Gosselet, par H. Forir, p. LXXI.

Blende. Anthracite et — dans les calcaires devoniens de Rhisnes et de Bovesse par X. Stainier, p. LXVIII.

Bleyberg. Barytine aciculaire du —, par G. Cesàro, p. XL.

Bovesse. Anthracite et blende dans les calcaires devoniens de Rhisnes et de —, par X. Stainier, p. LXVIII.

Brabant. Sur la position probable de quelques roches cristallines du — dans la série stratigraphique, par C. Malaise, p. XVI.

Burnotien. Limite de l'ahrien et du — sur le littoral du Condroz, par X. Stainier, p. 43.

C

Cailloux. Les — de silex roulés constituant la base de l'étage ypresien sous la ville de Renaix, observés dans un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn, dans l'établissement de M. Dopchie-Denone, par E. Delvaux, p. 181.

Calcaire carbonifère. E. Delvaux présente du — d'Hacquegnies et parle de l'allure souterraine de ce calcaire entre Renaix et Tournai, p. CIV.

Calcaire devonien. Les carrières de — de Rhisnes, par X. Stainier, p. LXIII. = Anthracite et blende dans les — de Rhisnes et de Bovesse, par X. Stainier, p. LXVIII.

Calcite. Sur les notations compliquées des cristaux de —. Action directrice des cristaux de première formation sur ceux qui prennent naissance autour d'eux. Existence du scalénoèdre $d^1/_{41}$, d^1, $d^1/_{65}$ à Rhisnes et de la forme $d^1/_{154}$, $d^1/_{67}$, $b^{\,1}/_{92}$ au Lac Supérieur, par G. Cesàro, p. 63.

Campine. Etude stratigraphique et paléoniologique du sous-sol de la —, d'après des documents nouveaux provenant d'un forage exécuté par M. le baron O. Van Ertborn, dans l'établissement colonial de Merxplas, situé sur l'arête de partage des bassins de la Meuse et de l'Escaut, par E. Delvaux, p. 107.

Cinabre. —, artificiel, par L. L. de Koninck. p. XXV = Etude des cristaux de — obtenus par L. L. de Koninck, par l'action de l'air sur une solution de sulfure mercurique dans le sulfure sodique, par G. Cesàro, p. XXVII = Observations sur la méthode employée par M. de Koninck pour la reproduction du —, par G. Cesàro, p. XXIX = Découverte du — en Belgique, par X. Stainier.

Compte rendu. Observation au sujet du — de l'excursion de la Société dans la vallée de l'Orneau en 1889. p. XLVIII. = Observations de MM. Stainier, Lohest et Dewalque à la suite de cette lecture, p. L. = Réponse de M. Dormal, p. LI.

Concrétions ferrugineuses. — des psammites du Condroz, par X. Stainier, p. LV. = Observations de MM. M. Lohest et G. Dewalque, sur la communication précédente, p. LVI.

Condroz. Concrétions ferrugineuses des psammites du —, par X. Stainier, p. LV. = Observations de Max. Lohest et de G. Dewalque sur cette communication p. LVI. = Limite de l'ahrien et du burnotien sur le littoral du —, par X. Stainier, p. 43.

Conglomérats. Sur la signification des — à noyaux schisteux des psammites du Condroz, par M. Lohest, p. 195.

Crétacé. Présence du — à Gesves et aux environs de Namur, par X. Stainier, p. CI.

D

Dave. Le poudingue de Naninne à Strud et à —, par X. Stainier, p. 47.

Déplacement. Sur le transport et le — des cailloux volumineux de l'Amblève, par M. Lohest, p. CVII = Observations sur cette communication, par G. Soreil, p. CIX.

Devonien. Deux fossiles nouveaux du — de l'Orneau, par G. Dewalque, p. LII. = Les fossiles du calcaire — de Rhisnes, par X. Stainier, p. LXIII.

Dihexaédrique. Cristaux de vanadinite présentant nettement les caractères du groupe — anomal, par G. Cesàro, p. LXXIX.

Discours prononcé sur la tombe de R. Malherbe, par Ad. Firket, p. XXXII.

E

Eocène. Relation entre l'étage landenien belge et les couches inférieures du système — du bassin de Paris, d'après MM. von Koenen et Gosselet, par H. Forir, p. LXXI.

Erratique. Sur un cailloux —, originaire du St-Gothard, recueilli près de Beverst, dans la vallée du Demer, par É. Delvaux, p. XCV.

Espèces — non encore citées du phosphate de chaux de la Hesbaye, par M. Forir, p. XXIV.

F

Failles. Les — de Samson, par X. Stainier, p. 53.
Flandre. Les puits artésiens de la —. Premières données sur le territoire d'Anseghem, obtenues par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Cyrille Heise, par É. Delvaux.
Formation. Sur le mode de — de la barytine, par G. Cesàro, p. XXXVIII.
Formations diluviennes. Recherches sur les — du sud des Pays-Bas, par A. Erens, *Bibliographie*, p. 15.
Fossiles. Deux — nouveaux du devonien de l'Orneau, par G. Dewalque, p. LII. = Sur quelques — des ardoises de Warmifontaine (Neufchâteau), par G. Dewalque, p. LXI. = Divers —, par M. L. Piedbœuf, p. CVI. = Observations à la suite de la communication précédente, par M. Lohest, p. CVI. = Idem, par X. Stainier, p. CVI.

G

Gesves. Présence du crétacé à — et aux environs de Namur, par X. Stainier, p. CI.
Grains feldspathiques. Sur les — des grès devoniens, par X. Stainier, p. LXXV. = Même sujet, par M. Lohest, p. LXXVI.
Grès blanc. Le — de Maizeroul, par X. Stainier, p. 61.
Grès devoniens. Sur les grains feldspathiques des —, par X. Stainier, p. LXXV. = Même sujet, par M. Lohest, p. LXXVI.
Grimonster. Présentation de silex taillés recueillis à — (Ferrières), par G. Dewalque, p. C.

H

Hacquegnies. E. Delvaux présente du calcaire carbonifère — et parle de l'allure souterraine de ce calcaire entre Renaix et Tournai, p. CIV.
Hainaut. Les puits artésiens du — occidental. Sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix, constatée par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Houcart, à Arc-Aisnières, par E. Delvaux, p. 165.
Hatchettine. La — et l'Ozocérite, par G. Cesàro, p. LXXXVIII.
Herve. Quelques particularités remarquables de la planchette de —. Roches crétacées, argiles à silex, phosphate de chaux, sable et argile tertiaires, par H. Forir, p. 15.

Hesbaye. Sur la position géologique des couches qui ont contribué à la formation des dépôts de phosphate de chaux de la —, par M. Lohest, p. XIX. = Observations de M. Forir et de M. Firket, p. XXII. = Espèces non encore citées du phosphate de chaux de la —, par H. Forir, p. XXIV.

Houiller. De la puissance du — aux environs de Namur, par X. Stainier, p. LXXXIII.

L

Lac Supérieur. Sur les notations compliquées des cristaux de calcite. Action directrice des cristaux de première formation sur ceux qui prennent naissance autour d'eux. Existence du scalénoèdre $d^1/_{41}$, d^1, $d^1|_{63}$ à Rhisnes et de la forme $d^1/_{154}$, $d^1/_{67}$, $b^1/_{92}$ au —, par G. Cesàro, p. 63.

Landenien. Relation entre l'étage — et les couches inférieures du système éocène du bassin de Paris, d'après MM. von Koenen et Gosselet, par M. Forir, p. LXXI.

M

Maizeroul. Le grès blanc de —, par X. Stainier, p. 61.

Malherbe R. Discours prononcé sur la tombe de —, par Ad. Firket, p. XXXII. = Liste des publications de —, par Ad. Firket, p. XXXIV.

Méditerrannée. Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la —, par C. de Stefani, p. 201.

Merxplas. Etude stratigraphique et paléontologique du sous-sol de la Campine, d'après des documents nouveaux, provenant d'un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn dans l'établissement colonial de —, situé sur l'arête de partage des bassins de la Meuse et de l'Escaut, par E. Delvaux, p. 107.

Mesvin. Découverte d'une molaire d'*Elephas antiquus* et de restes d'espèces quaternaires éteintes dans les alluvions stratifiées de la colline de —, par M. A. Lemonnier, ingénieur-directeur des usines de Bélian, par E. Delvaux, p. XC.

Elephas Antiquus. Découverte d'une molaire d' — et de restes d'espèces quaternaires éteintes, dans les alluvions stratifiées de la colline de Mesvin, par M. A. Lemonnier, ingénieur-directeur des usines de Bélian, par E. Delvaux, p. XC.

Mons. — De la nature et de l'origine du phosphate de chaux des environs de —, par A. F. Renard et J. Cornet. Analyse par J. Cornet, *Bibliogr.*, p. 3.

N

Namur. X. Stainier parle de la puissance du houiller inférieur aux environs de —, p. LXXXIII. = Présence du crétacé à Gesves et aux environs de —, par X. Stainier, p. CI.

Naninne. Le poudingue de — à Strud et à Dave, par X. Stainier, p. 47.

O

Orneau. Observation au sujet du compte rendu de l'excursion de la Société dans la vallée de — en 1889, par V. Dormal. p. XLVIII. = Observations de MM. Stainier, Lohest et Dewalque à la suite de cette lecture, p. L. = Réponse de M. Dormal, p. LI. = Deux fossiles nouveaux du devonien de l'—, par G. Dewalque, p. LII.

Ozocérite. La Hatchettine et l' —, par G. Cesàro, p. LXXXVIII.

P

Paléocène. Sur le —, par A. Briart, p. LXXV.

Pays-Bas. Recherches sur les formations diluviennes du sud des —, par A. Erens. Analyse par l'auteur. *Bibliogr*., p. 15.

Phosphate de chaux. Sur la position géologique des couches qui ont contribué à la formation des dépôts de — de la Hesbaye, par M. Lohest, p. XIX. = Observations de M. Forir et de M. Firket, p. XXII. = Espèces non encore citées du — de la Hesbaye, par M. Forir, p. XXIV. = De la nature et de l'origine du — des environs de Mons, par A. F. Renard et J. Cornet, *Bibliogr*. p. 3. = Quelques particularités de la planchette de Herve. — Roches crétacées, argiles à silex, — sable et argile tertiaires, par M. Forir, p. 15. = Sur la position géologique des couches qui ont contribué à la formation des dépôts de — de la Hesbaye, par M. Lohest, p. XIX. = Observations de M. Forir et de M. Firket, p. XXII.

Poudingue. Le — de Naninne à Strud et à Dave, par X. Stainier, p. 47.

Prehnite. La — de Quenast, par G. Cesàro, p. LVIII.

Psammites. Concrétions ferrugineuses des — du Condroz, par X. Stainier, p. LV. = Observations de M. Lohest et de G. Dewalque sur la communication précédente, p. LVI. = Sur la signification des conglomérats à noyaux schisteux des — du Condroz, par M. Lohest, 195.

Puits artésiens. Les — de la Flandre. Premières données sur le territoire d'Anseghem, obtenues par le forage d'un puits artésien exécuté dans la brasserie de M. Cyrille Heise, par E. Delvaux, p. 157. = Les — du Hainaut occidental. Sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix, constatée par le forage d'un — exécuté dans la brasserie de M. Houcart, à Arc-Aisnières, par E. Delvaux, p. 165.

Q

Quaternaire. Sur un terme nouveau du — inférieur observé en Belgique, par E. Delvaux, p. 75.

Quenast. Sur un minéral provenant de — qui est probablement de l'adulaire, par G. Cesàro, p. XL. = Adulaire de —, par G. Cesàro, p. LVII. = La prehnite de —, par G. Cesàro, p. LVIII.

R

Réfraction conique. Communication préliminaire sur un cas de — interne dans l'aragonite, par G. Cesàro, p. LXXVIII.

Renaix. E. Delvaux présente du calcaire carbonifère d'Hacquegnies, et parle de l'allure souterraine de ce calcaire entre — et Tournai, p. CIV. = Les cailloux de silex roulés constituant la base de l'étage ypresien sous la ville de — observés dans un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn, dans l'établissement de M. Dopchie-Denone, par E. Delvaux, p. 181.

Rhismes. Les carrières de calcaire devonien de —, par X. Stainier, p. LXIII. = Anthracite et blende dans les calcaires devoniens de — et de Bovesse, par X. Stainier, p. LXVIII. = Sur les notations compliquées des cristaux de calcite. Action directrice des cristaux de première formation sur ceux qui prennent naissance autour d'eux. Existence du scalénoèdre $d^1/_{41}$, d^1, $d^1/_{63}$ à — et de la forme $d^1/_{134}$, $d^1/_{67}$, $b^1/_{92}$ au Lac Supérieur, par G. Cesàro, p. 63.

Roches cristallines. Sur la position probable de quelques — du Brabant dans la série stratigraphique, p. C. Malaise, p. XVI.

Rouillon. Etude sur l'assise de —, par X. Stainier, p. .

Rumelange. Idées sur le mode de formation de la barytine de —, par G. Cesàro, p. XXX.

S

Sables et argiles tertiaires. Quelques particularités remarquables de la planchette de Herve. Roches crétacées, argiles à silex, phosphate de chaux, par H. Forir, p. 15.

Salzinnes-les-Moulins. Le terrain houiller à —, par X. Stainier, p. 59.

Samson. Les failles de —, par X. Stainier, p. 53.

St-Gothard. Sur un caillou erratique, originaire du —, recueilli près de Beverst, dans la vallée du Demer, par E. Delvaux, p. XCV.

Sidérose. Cristaux de—présentant le scalénoèdre $e_{\frac{1}{3}} = 621$, par G. Cesàro, p. LXXXII.

Silex taillés. G. Dewalque présente des — recueillis à Grimonster (Ferrières), p. C.

Strud. Le poudingue de Naninne à — et à Dave, par X. Stainier, p. 47.

T

Terrain houiller. Le —, à Salzinnes-les-Moulins, par X. Stainier, p. 59.

Terrains tertiaires. Les — supérieurs du bassin de la Méditerranée, par C. de Stefani, p. 201.

Tournai. E. Delvaux présente du calcaire carbonifère d'Hacquegnies et parle de l'allure souterraine de ce calcaire entre Renaix et —, p. CIV.

Tournaisien. Note sur les rapports des étages — et viséen de M. E. Dupont avec son étage waulsortien, par C. de la Vallée Poussin, p. 3.

Transport. Sur le — et le déplacement des cailloux volumineux de l'Amblève, par M. Lohest, p. CVII. = Observations sur cette communication, par G. Soreil, p. CIX.

V

Vanadinite. Cristaux de —, présentant nettement les caractères du groupe dihexaédrique anomal, par G. Cesàro, p. LXXIX.

Viséen. Note sur les rapports des étages tournaisien et — de M. E. Dupont avec son étage waulsortien, par C. de la Vallée Poussin.

W

Warmifontaine. Sur quelques fossiles des ardoises de — (Neufchâteau), par G. Dewalque, p. LXI.

Waulsortien. Note sur les rapports des étages tournaisien et viséen de M. E. Dupont avec son étage — par C. de la Vallée Poussin, p. 3.

Y

Ypresien. Les cailloux de silex roulés constituant la base de l'étage — sous la ville de Renaix, observés dans un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn, dans l'établissement de M. Dopchie-Denone, par E. Delvaux, p. 181.

MIT

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01368 6316